

ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA, CATASTRAL Y VIAL DEL SECTOR 2
DE TUNJA, UTILIZANDO INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA

WILLIAM LEONARDO RÁTIVA GRIJALBA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS
TUNJA
2018

ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA, CATASTRAL Y VIAL DEL SECTOR 2
DE TUNJA, UTILIZANDO INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA

WILLIAM LEONARDO RATIVA GRIJALBA

Proyecto de grado en modalidad de práctica con proyección empresarial para
optar por el título de Ingeniero en Transporte y Vías

Directora:

NORYS HAIDDY PEÑA RAMÍREZ

Ingeniera Civil, Magister en Tránsito y Transporte

Codirector:

JUAN CARLOS QUEVEDO

Arquitecto

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS

TUNJA

2018

Nota de aceptación

Firma Director del proyecto

Firma Codirector del proyecto

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, octubre de 2018

La autoridad científica de la Facultad de ingeniería reside en ella misma, por lo tanto, no responde por las opiniones expresadas en este trabajo de grado.

“Se autoriza su reproducción indicando necesariamente su origen”

Dedicatoria:

A Dios, y cada una de las personas que tuve el gusto de conocer en estos años de carrera; a mi mi madre y padre especialmente, mis hermanos y a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, por darme esta lección de vida para formarme de la mejor manera; a cada uno de sus profesores que realizan una excelente labor; a mis compañeros de la carrera que fueron ese empujón en los momentos más difíciles, y a la escuela de Ingeniería de Transporte y Vías y la escuela de Ingeniería Civil.

A la oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja por permitirme desarrollar la práctica con proyección empresarial, y los ingenieros guía, Daniel Sánchez y Sandra Buitrago por ayudarme en la instrucción del trabajo desarrollado.

Al grupo de pasantes que fue muy colaborador y permitió un buen ambiente de trabajo, a mi compañero de vías, Carlos Espitia, “el redactor”, que fue un gran amigo y que estuvo siempre apoyando este proyecto.

A mi Madre, mi Padre, Mis hermanos y a Dios pues son el motor de mi vida y me dan la voluntad y entendimiento para solucionar cada problema que se presente.

RESUMEN

En el presente informe se muestra el trabajo realizado en la oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja. En el que se desarrolló la georreferenciación de la ciudad según los lineamientos estipulados por el Ministerio de Transporte mediante la resolución 1067 de 2015 donde se indica cómo se debe reportar la información de inventarios viales y catastrales al Sistema Integral Nacional de carreteras SINC. Partiendo de ello, se recolectó la información pertinente mediante trabajo en campo y, posteriormente, se procesó en oficina, mediante la ayuda de personal capacitado y el acompañamiento del asesor de planeación de la Alcaldía obteniendo como resultado cada una de las capas exigidas.

En específico se exhibe el inventario vial y catastral del sector 2 de la ciudad de Tunja, en aspectos como pendientes, secciones, nomenclatura vial actualizada, paramentos existentes y proyectados, daños tanto en pavimento rígido como flexible y afirmado, semaforización, fotografías de cada predio, longitud de cada vía, puentes, muros y bermas, cabe resaltar que la información de paramentos no se logró obtener para su análisis. Se verá cómo se procesó y cómo fue su levantamiento en campo para lograr mostrar al final el análisis de datos en el sector y generar la compilación de estadísticas caracterizando cada capa evaluada.

Asimismo, se buscó generar la correlación que puede existir entre accidentalidad suministrada por la secretaría de tránsito para los años 2015 a junio de 2017 y las capas recolectadas en la ciudad, ya que el trabajo realizado abarco la toma de información de los sectores 1, 2, 3, 4 y 5.

Finalmente se muestran los mapas del sector 2 en lo que corresponde a la resolución 1067 de 2015 y los mapas de accidentalidad en los sectores 1 al 5 como se observa en el anexo A.

ABSTRACT

This report shows the work done in the planning office of the Mayor of Tunja. In which the georeferencing of the city was developed according to the guidelines stipulated by the Ministry of Transportation through Resolution 1067 of 2015, which indicates how to report road and cadastral inventory information to the National Integral System of SINC roads. Based on this, the pertinent information was collected through fieldwork and, subsequently, it was processed in the office, with the help of trained personnel and the accompaniment of the planning advisor of the Mayor's Office, obtaining as a result each of the required layers.

Specifically, the road and cadastral inventory of sector 2 of the city of Tunja is exhibited, in aspects such as slopes, sections, updated road nomenclature, existing and projected walls, damages in both rigid and flexible pavement and affirmed, traffic lights, photographs of each property, length of each road, bridges, walls and berms, it should be noted that the information of paraments could not be obtained for analysis. You will see how it was processed and how it was surveyed in the field to finally show the data analysis in the sector and generate the compilation of statistics characterizing each layer evaluated.

Likewise, it was sought to generate the correlation that may exist between accidents provided by the transit secretariat for the years 2015 to June 2017 and the layers collected in the city, since the work carried out involved the collection of information from sectors 1, 2, 3, 4 and 5.

Finally, the maps of sector 2 are shown in what corresponds to resolution 1067 of 2015 and the maps of accidents in sectors 1 to 5 as shown in Annex A

ÍNDICE DE ACRONIMOS

GNSS: *Global Navigation Satellite System* o su traducción al español Sistema Global de Navegación por Satélite.

GPS: *Global Positioning System* cuya traducción es Sistema de Posicionamiento Global.

MAGNA SIRGAS: Sistema De Referencia Geocéntrico para las Américas.

NTRIP: Es la sigla de Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

RTCM: (*Radio Technical Commission for Maritime Services*) es un formato de mensaje estándar de transmisión de correcciones diferenciales GNSS.

SINC: Sistema integral Nacional de Información de Carreteras.

SIG: Sistema de Información Geográfica.

GLOSARIO

Inventario vial: Cuantía de cada una de las vías existentes teniendo en cuenta factores como estado de la vía, ubicación específica, características físicas y su estado en general.

Inventario catastral: es la cuantía de los bienes inmuebles pertenecientes al Estado y a los particulares, con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica.

Shapfile: Es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. OBJETIVOS	23
1.1 OBJETIVO GENERAL:	23
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
2. LOCALIZACIÓN	24
3. ASPECTOS GENERALES	26
3.1 MARCO LEGAL.....	26
3.1.1 Ley 1228 de 2008	26
3.1.2 Resolución 1067 de 2015.	27
3.1.3 Plan de ordenamiento territorial de Tunja POT.	29
3.1.4 Artículo 35 del acuerdo 0016 de 2014.	30
3.1.5 Resolución 070 del 2011 expedida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.	31
3.2 MARCO REFERENCIAL.	31
3.3 MARCO TEÓRICO	33
3.3.1 Software empleado en el desarrollo de la práctica, SIG.	33

	pág.
3.3.2 Sistemas globales de navegación por satélite GNSS.	36
3.3.3 Descripción del sistema de posicionamiento global GPS.	36
3.3.4 Red de Transporte de Formato RTCM a través del Protocolo de Internet, NTRIP.	35
3.3.5 Receptores GNSS Utilizados en la práctica de proyección empresarial:	37
 3.4 METODOLOGÍA.....	 42
3.4.1 Fase I: Capacitación y recolección de información secundaria.	43
3.4.2 Fase II: Recolección de datos en campo utilizando receptor de sistema de posicionamiento global GPS.	46
3.4.3 Fase III: Trabajo en oficina y análisis de datos.	48
3.4.4 Evaluación de la accidentalidad en los sectores 1, 2, 3, 4 y 5:	52
 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	 54
4.1 SECCION TRANSVERSAL	54
4.2 DAÑOS	57
4.2.1 Daños en pavimento flexible.	60
4.2.2 Daños en pavimento rígido.	61
4.2.3 Daños en afirmado.	62
4.3 TIPO-TERRENO.....	63
4.4 INTERSECCIONES.....	64

	pág.
4.5 SEPARADOR	65
4.6 MURO.....	66
4.7 PUENTE	66
4.8 TRAMOVIA.....	66
5. ANÁLISIS ACCIDENTALIDAD SECTORES 1 AL 5.	68
5.1 ACCIDENTALIDAD SITIOS CRÍTICOS.....	72
5.1.1 Terminal de Transporte de Tunja.	75
5.1.2 Glorieta Norte de Tunja..	77
5.1.3 Intersección Los Hongos:	78
5.2 ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD Y CAPAS EVALUADAS.....	79
5.2.1 Análisis con TRAMOVIA.	79
5.2.2 Análisis secciones de calzada.	80
5.2.3 Análisis TIPO TERRENO.	81
6. CONCLUSIONES	82
7. RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	87

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Capas exigidas por el SINC y tipo de geometría	25
Tabla 3. Información secundaria suministrada por la Alcaldía	40
Tabla 4. Capacitaciones recibidas en la alcaldía	42
Tabla 5. Capas creadas en los GPS	44
Tabla 6. Tipo de superficie en el sector 2 de Tunja	51
Tabla 7. Anchos de calzada sector 2 de la ciudad de Tunja.	52
Tabla 8. Códigos de los daños estipulados en la resolución 1067 de 2015	54
Tabla 9. Porcentaje de daños encontrados en el sector 2 por tipo de superficie.	55
Tabla 10. Daños encontrados en el pavimento flexible.	57
Tabla 11. Daños encontrados en pavimento rígido.	58
Tabla 12. Daños encontrados en el pavimento afirmado	59
Tabla 13. Tipo de intersección encontrada	61
Tabla 14. Capas relacionadas en el Terminal de	72
Tabla 15. Capas relacionadas en la glorieta Norte	74
Tabla 16. Capas relacionadas en la intersección de los Hongos	76
Tabla 17. Porcentajes por tipo de vía urbana para cada sector	77
Tabla 18. Anchos de calzada predominantes para cada sector	79
Tabla 19. Porcentaje de tipo terreno en los sectores evaluados	80

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización geográfica de la zona sur occidental de Tunja	21
Figura 2. Estructura SIG	31
Figura 3. Segmento espacial.	34
Figura 4. Segmento control	34
Figura 5. Segmento usuarios	35
Figura 6. Red de antenas cors NTRIP para Colombia	36
Figura 7. Mobile Mapper 50	37
Figura 8. Mobile Mapper 10	38
Figura 9. Receptor Qpad X5	38
Figura 10. Antena Cors	39
Figura 11. Metodología utilizada	40
Figura 12. Distribución del tipo de superficie del sector 2.	52
Figura 13. Anchos de calzada sector 2 de Tunja.	53
Figura 14. Ancho de calzada predominante encontrada en el sector 2.	53
Figura 15. Porcentaje de daño de acuerdo con el tipo de superficie	56
Figura 16. Estado general de daños en el sector 2.	56
Figura 17. Porcentaje de cada tipo de daño en pavimento flexible en el sector 2	57
Figura 18. Porcentaje de cada tipo de daño en pavimento rígido para el sector 2.	58
Figura 19. Porcentaje de cada tipo de daño en afirmado para el sector 2	59
Figura 20. Tipo terreno encontrado en el sector 2	61
Figura 21. Tipo de intersecciones en el sector 2	62
Figura 22. Anchos de separador encontrados en el sector 2	63
Figura 23. Porcentaje de longitud de los tipos de vías locales en el sector 2	64
Figura 24. Número de vías para cada	64

	pág.
Figura 25. Accidentes de tránsito por año en los sectores 1 al 5	65
Figura 26. Accidentalidad mensual en los sectores 1, 2, 3, 4 y 5	66
Figura 27. Mapa de calor accidentalidad sectores 1 al 5.	66
Figura 28. Gravedad de los accidentes presentados	67
Figura 29. Distribución por género y edad de los accidentes	67
Figura 30. Clases de vehículos involucrados en accidentes, sectores 1 al 5	68
Figura 31. Mapa de accidentalidad en sitios críticos	69
Figura 32. Número de accidentes para cada sitio crítico en los sectores 1 al 5	70
Figura 33. Accidentalidad por año en cada sitio critico evaluado	70
Figura 34. Accidentes por mes en el Terminal	71
Figura 35. Clases de accidentes en el Terminal de Transporte	72
Figura 36. Tipología de accidentes en la Glorita Norte	73
Figura 37. Clases de vehículos accidentados en la glorieta Norte	74
Figura 38. Tipología de accidentes en la intersección de los Hongos	75
Figura 39. Clases de vehículos accidentados en los Hongos	75
Figura 40. Porcentaje de accidentalidad en los sectores evaluados	76
Figura 41. Proporción por longitud de vías para cada sector	78
Figura 42. Porcentaje Intervalos de ancho de calzada para los sectores evaluados	79
Figura 43. Tipo terreno para cada sector evaluado	80

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Mapas temáticos	87
ANEXO B. CD, Registro fotográfico, mapas shapefile, libro y Artículo	88

INTRODUCCIÓN

En cualquier ciudad siempre es necesario identificar los problemas para así aplicar las medidas necesarias, además invertir eficazmente los recursos públicos, es por esta razón que el ministerio de transporte mediante la resolución 1067 de 2015 estableció la “Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Carreteras” – SINC, dando las pautas para la recolección de la información, la cual indica entre sus principales propósitos: los daños de las vías, la sección de estas, intersecciones, los paramentos de cada predio, los sitios críticos de accidentalidad, la señalización existente, entre otros, para realizar una actualización del inventario vial y catastral, la cual será alimentada con la información recolectada del estado de la malla vial, en este caso del sector 2 de la ciudad de Tunja.

Asimismo, como profesionales encontramos la necesidad de aplicar los conocimientos adquiridos, en este caso en los criterios de geometría vial y pavimentos, así como en la aplicación de soluciones de seguridad vial.

Mediante la presente pasantía se pretende apoyar a la Oficina Asesora de Planeación a obtener la información necesaria para la actualización y sistematización de los trámites que se realizan por medio de los códigos prediales, incluyendo los lineamientos de la Metodología General para reportar la Información del SINC según lo estipulado en la Resolución 1067 de 2015 del ministerio de Transporte, por lo tanto para ahorrar recursos se hace necesario levantar la información de ambos requerimientos al mismo tiempo.

Por lo anterior la presente práctica se limita a la obtención de información georreferenciada requerida por Oficina de Planeación de la zona sur occidental del sector urbano de Tunja, SECTOR 2, el cual, se caracteriza por ser una zona de

comercio alto dentro de la carrera 11 y por ser un sector residencial de estratos 1, 2 y 3.

Ya que el trabajo de campo se debe hacer con detenimiento y es bastante dispendioso, requiere de un equipo guía de trabajo conformado por dos profesionales en el manejo de GPS y que puedan identificar adecuadamente la información relevante que se debe tomar, mediante la implementación de 2 nuevos equipos GPS, la oficina de planeación cuenta con 4 equipos funcionales, así que la toma de datos está sujeta a la duración de la batería de los equipos y a la disponibilidad de red de la antena. Se calcula que aproximadamente se levantaron 3 Km por día de trabajo teniendo en cuenta la cantidad de información que se debía tomar.

Como valor agregado se da una comparación de la accidentalidad (gravedad, vehículos involucrados, localización cantidad de heridos o muertos, etc....) y las capas mencionadas anteriormente (paramentos, sección, intersecciones, daños, señalización, tipo terreno, berma para encontrar si existe o no una relación

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL:

Estructurar una base de datos georreferenciada de la malla vial y de la cartografía catastral según lo requerido por la Oficina Asesora de Planeación de Tunja y utilizando la Metodología establecida en la Resolución 1067 de 2015 del ministerio de Transporte.

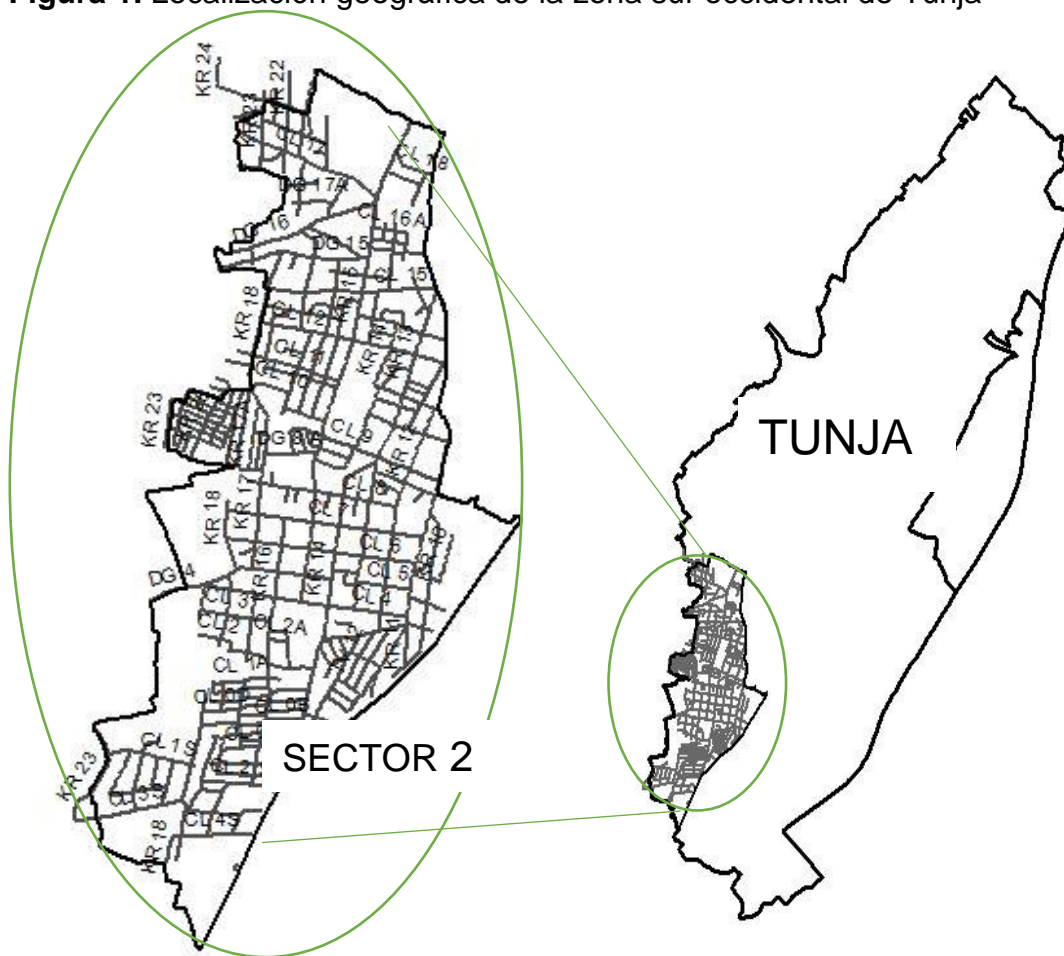
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar la información georreferenciada en la zona sur occidente de la ciudad de Tunja siguiendo lineamientos nacionales con destino a la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial POT.
- Realizar levantamientos detallados utilizando receptores del Sistema de Posicionamiento Global en la zona sur occidente del sector urbano de Tunja conforme a la metodología de la Resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte, incluyendo la toma de datos de parámetros.
- Correlacionar información de los años 2015 a 2017 de la accidentalidad en la zona sur hasta el centro de la ciudad de Tunja la cual abarca los sectores 1, 2, 3,4 y 5 en función de factores recopilados en la ejecución del trabajo de campo.

2. LOCALIZACIÓN

El área de estudio del proyecto es la ciudad de Tunja, la cual se encuentra ubicada en la parte central del Departamento de Boyacá tiene una extensión de 121.4 Km², y una temperatura de 13°C.

Figura 1. Localización geográfica de la zona sur occidental de Tunja



Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por la alcaldía de Tunja, 2018.

El trabajo se realizó principalmente en la zona sur occidental de la ciudad de Tunja como se observa en la figura 1, la cual corresponde a los barrios: el triunfo, la trinidad, Simón Bolívar, Libertador, Mirador Escandinavo, Américas, Paraíso, la Sierra, Ricaurte, el Topo, la Concepción y Obrero.

En total se georreferenció 43.4 Km de vías urbanas en el sector sur occidental de Tunja, el cual está delimitado por la calle 6 al sur hasta la calle 19 en el centro, y hacia el oriente con la avenida Oriental y la avenida Colón. El sector 2 se caracteriza por pendientes superiores al 8% y una alta densidad vial.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1 MARCO LEGAL

3.1.1 Ley 1228 de 2008. Por medio de esta ley el Congreso de Colombia crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras SINC como un sistema de información público con toda la información de las carreteras a cargo de la nación, los departamentos, municipios y distritos, la cual conformará el inventario nacional de carreteras donde se registrará las vías existentes, proyectos nuevos y la información que determine la entidad administradora del sistema, es decir el Ministerio de Transporte.

También se establece que las entidades administradoras de la red vial adscritas al Ministerio de Transporte tales como departamentos, municipios y distritos, están obligadas a reportar la información verídica y actualizada al Ministerio en los términos y plazos establecidos, la omisión o retraso de la información incurrirá en sanciones disciplinarias para el representante legal de la entidad, por lo tanto es prioridad tanto para alcaldes como gobernadores registrar la información solicitada al Ministerio de Transporte¹.

Una vez puesto en marcha el SINC, éste será de obligatoria consulta para curadores urbanos y demás autoridades de planeación, ya que tendrá la información actualizada de todas las vías del país y es un insumo que contribuirá a una mejor toma de decisiones en cuanto a la red vial y las posibles intervenciones que se deben hacer.

¹ CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1228. (16, julio, 2008). Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C., 2008, no 4550. p. 1-2.

3.1.2 Resolución 1067 de 2015. Mediante esta resolución se establece la Metodología General para Reportar la Información que conformará el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras SINC, con el fin de que las entidades obligadas a reportar dicha información tengan claro su diligenciamiento.

Esta resolución clasifica las vías de dos maneras, la primera teniendo en cuenta si son de primer, segundo o tercer orden es decir arteriales, intermunicipales o veredales respectivamente, y una segunda clasificación corresponde a la entidad a cargo de la vía, es decir las vías de carácter nacional, departamental o municipal, ya que de esto depende el conocimiento de que vías debe reportar cada entidad².

La Metodología para reportar la información al SINC establece 18 capas que se deben entregar en formato ESRI Shapfile, Sistema de Referencia Espacial MAGNA_SIRGAS según lo establecido en la Resolución 068 de 2005³, la información debe ser de tipo tridimensional puesto que cada punto debe contar con latitud, longitud y altura, las unidades de latitud y longitud deben estar en grados sexagesimales, las alturas en metros sobre el nivel del mar y los datos transferidos al SINC deben ser de tipo multi-parte es decir una polilínea de una vía puede estar conformada por uno o varios segmentos de línea. En cuanto a la precisión cartográfica, debe ser menor o igual a 1 metro y solo debe existir un

² COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067. (23, abril, 2015). Por la cual se adopta la Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras "SINC" y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio, 2015. p. 1-5.

³ COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Resolución 068. (2, enero, 2005). por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS. Bogotá: Instituto Geográfico, 2005. p. 1-2.

eje único de vía correspondiente al archivo 01_TRAMOVIA, por lo que las demás capas tipo línea deben estar sobre este eje⁴.

Tabla 1. Capas exigidas por el SINC y tipo de geometría

Archivo	Tipo de Geometría
01_TRAMOVIA	Línea
02_BERMA	Línea
03_SECCIONTRANSVERSAL	Línea
04_SEPARADOR	Línea
05_TIPOTERRENO	Línea
06_PUENTE	Línea
07_MURO	Línea
08_TUNEL	Línea
09_ESTACIONPESAJE	Punto
10_INTERSECCION	Punto
11_PEAJE	Punto
12_SITIOCRITICOACCIDENTALIDAD	Línea
13_SITIOCRITICOINSETABILIDAD	Línea
14_SENALHORIZONTAL	Línea
15_SENALVERTICAL	Punto
16_DANOFLEXIBLE	Línea
17_DANORIGIDO	Línea
18_DANOAFIRMADO	Línea

Fuente: COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067, 2015.

Para cada una de las capas enunciadas en la tabla 1 la resolución 1067 de 2015 establece la información que debe contener las tablas de atributos, designando el nombre que se le debe dar a cada campo, el tipo de dominio de cada atributo, es decir en formato texto o numérico, y los detalles adicionales que se deben tener en cuenta. Por último, la resolución 1067 de 2015 establece que el plazo

⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067. (23, abril, 2015). Por la cual se adopta la Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras "SINC" y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio, 2015. p. 34-39.

para entregar la información actualizada al SINC es del 20 de diciembre de 2016, sin embargo, mediante a resolución 5564 de 2016 se prorroga este plazo hasta el 30 de abril de 2018.

3.1.3 Plan de ordenamiento territorial de Tunja POT: Está definido por el decreto 241 del 23 de septiembre de 2014, donde se compilan las disposiciones contenidas en los Acuerdos Municipales 0014 de 2001 correspondiente al Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tunja, y 006 de 2014 que presenta la Modificación excepcional del Plan de Ordenamiento Territorial adoptado en el acuerdo 014 de 2001, debido a que el 31 de diciembre de 2015 se cumplió la vigencia del POT a largo plazo y por lo tanto se hizo necesaria su actualización.

En la actualidad la Oficina de Planeación de Tunja está adelantando mesas participativas donde expone a la ciudadanía el nuevo POT para que de esta manera se realice su evaluación de una manera participativa.

- Sistema de movilidad. Está conformado por el subsistema vial que se refiere la infraestructura vial y a su concepción sistémica, recogiendo las características de la ciudad construida y los parámetros de diseño establecidos para los tratamientos de desarrollo, y el subsistema de transporte que está relacionado con la infraestructura de soporte del transporte motorizado y con las indicaciones funcionales en el uso de las vías por parte de los medios de transporte colectivo públicos y privados⁵.
- Malla vial regional: incluye las carreteras nacionales o regionales, las carreteras intermunicipales de tránsito reducido o complementario y los caminos veredales del Municipio. Se estructura por la doble calzada Bogotá – Sogamoso (ruta 55), la carretera central del norte (ruta nacional 62) y las demás carreteras intermunicipales.

⁵ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TUNJA. Decreto 241 (2014). Tratamientos urbanísticos. Tunja: Municipio, 2014. P. 55-56

- Malla vial arterial (urbana): incluye las principales vías de la ciudad, las antiguas carreteras, las avenidas y las vías de conexión urbana, conectando los diversos sectores de la ciudad y la malla vial regional.
- Malla vial local: incluye las calles de acceso y circulación de escala local con las cuales se generan los trazados urbanos de toda la ciudad. Se conectan de manera directa, a las mallas viales regionales y arteriales.
- Red de movilidad no motorizada: corresponde a ciclo rutas y senderos peatonales de la ciudad, se contempla en el sistema de espacio público construido.
- Nodos espaciales: se refiere a las glorietas e intersecciones viales a desnivel. Son elementos que articulan el funcionamiento vial y soportan su imagen como referente urbano⁶.

3.1.4 Artículo 35 del acuerdo 0016 de 2014. La ciudad de Tunja cuenta con un sistema de movilidad el cual está conformado por el subsistema vial y el subsistema de transporte⁷.

- “El primero se refiere a la infraestructura vial y a su concepción sistemática, recogiendo las características de la ciudad construida y los parámetros de diseño establecidos para los tratamientos de desarrollo, renovación urbana y para las obras complementarias que permitan definir un patrón funcional en la ciudad.

⁶ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TUNJA. Decreto 241 (2014). Tratamientos urbanísticos. Tunja: Municipio, 2014. P. 40-55

⁷ COLOMBIA. ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Acuerdo 016 (28, Julio, 2014). Artículo 35. Por el cual se modifica excepcionalmente las normas urbanísticas del POT del Municipio de Tunja. 2014. P 15-16.

- El segundo se relaciona con la infraestructura de soporte del transporte motorizado y con las indicaciones funcionales en el uso de las vías por parte de los medios de transporte colectivo público o privado⁸.

3.1.5 Resolución 070 del 2011 expedida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.: Establece como objetivos del catastro principalmente elaborar el inventario nacional de bienes inmuebles mediante procesos de formación, actualización y conservación catastral, además de divulgar la información mediante un Sistema de Información de Territorio la cual facilite la planificación territorial y el desarrollo social.

La formación catastral se define como conjunto de operaciones destinadas a obtener la información de los terrenos y edificaciones, en los aspectos físico, jurídico, fiscal y económico de cada predio. La información obtenida se registrará en la ficha predial y en los documentos gráficos, listados y formatos de control estadístico que diseñen las autoridades catastrales⁹.

3.2 MARCO REFERENCIAL.

Actualmente, la Alcaldía de Tunja no cuenta con una base de datos actualizada de su malla vial, sin embargo, como antecedente a este proyecto, se ha realizado la georreferenciación del inventario de vías rurales o vías terciarias y de los sectores urbanos 1,3 y 4 de las principales vías del casco urbano y rural de la ciudad, bajo los lineamientos expuestos en la resolución 1067 de 2015.

⁸ COLOMBIA, ALCALDIA MUNICIPAL DE TUNJA. Decreto Municipal 0241. Artículo 50. Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Acuerdos Municipales 0014 de 2001 y 0016 de 2014. Tunja. 2014. p. 26-29.

⁹ COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Resolución 070 (4, febrero, 2011). Artículo 76. Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral. Bogotá. Instituto Geográfico. 2011. 1 P.

Inicialmente en el año 2016 el inventario de vías rurales es realizado por BUITRAGO, 2017 y SANCHEZ, 2017 donde el objetivo principal fue la recolección y procesamiento de información a reportar al Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC), utilizando la metodología señalada por el Ministerio de Transporte en la resolución 1067 de 2015. Estos dos proyectos constituyen un insumo muy importante para el desarrollo del presente trabajo puesto que es la continuación de los mismos pero aplicado a vías urbanas, por lo que se trabaja con la metodología de la resolución 1067 de 2015, y se utilizan algunas herramientas de ArcGIS descritas por los autores como lo es la calibración de rutas y la segmentación dinámica que facilitan el procesamiento de la información en el Software.

Cabe resaltar que el presente trabajo solo se enfocó en la zona sur occidental (Sector 2) de Tunja debido a que hace parte de otros nueve sectores similares los cuales se muestran en la figura 1, donde se abarca toda la zona urbana de la ciudad, y el objetivo de la Oficina de Planeación.

Posteriormente a finales del año 2017, la Oficina de Planeación inicio la georreferenciación de la parte sur baja que corresponde a los sectores 1, 3 y 4 de la ciudad, en los cuales se generaron tres proyectos realizados por ESPITIA, 2018, RINCON, 2018 y HUERTAS, 2018 donde el objetivo principal fue iniciar la actualización catastral e inventario vial de la zona urbana para reportar al SINC utilizando la metodología señalada por el Ministerio de Transporte en la Resolución 1067 de 2015. No cabe duda que estos tres documentos son la base del presente documento; sin embargo, con enfoques diferentes los cuales buscaban analizar los usos del suelo y accidentalidad en menor proporción.

Para evaluar la accidentalidad en el año 2010 se realiza un convenio entre la alcaldía mayor de Tunja y la UPTC, en el cual se realizó un estudio de las características de la movilidad, mediante encuestas domiciliarias en cuanto a la situación del transporte terrestre en la ciudad. En cuanto a la caracterización de la movilidad de residentes de la ciudad, se hace un trabajo netamente descriptivo

de la situación existente, tomando como fuente los resultados de las encuestas domiciliarias realizadas entre mayo y agosto del 2012 y cuyo objeto fue el de ofrecer una caracterización de cada uno de los sistemas de transporte, de los usuarios, del entorno urbano y de las características de los viajes que se realizan en un día laboral (general y para cada Macro Zona – MZ). También se revisan las externalidades producidas por el funcionamiento de los sistemas de transporte, tales como accidentalidad y contaminación ambiental¹⁰.

Finalmente, en cuanto al análisis de accidentalidad SANCHEZ, 2018 elabora una recopilación de la accidentalidad entre el 2015 y el 2017 mediante datos suministrados por la Policía Nacional, en el cual se hace un análisis espacial de los lugares de alto riesgo para la comunidad en la ciudad de Tunja, además se crea la base de datos de accidentalidad trabajada en el presente informe.

3.3 MARCO TEÓRICO

3.3.1 Software empleado en el desarrollo de la práctica, SIG. Un sistema de información Geográfica (SIG O GIS, su acrónimo en inglés *Geographic Information System*) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión.

El Sistema de Información Geográfica, SIG: Funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfa numéricos) que se encuentran asociados por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital.

¹⁰ ESTUDIO DE MOVILIDAD DE TUNJA Convenio Interadministrativo 010 (12, octubre, 2012). Caracterización de la Movilidad. Tunja. Alcaldía Mayor de Tunja – UPTC. P. 17.

De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos y preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización geográfica¹¹.

Figura 2. Estructura SIG



Fuente: ARGENTINA. INSTITUTO GEOGRAFICO ESPACIAL. Estructura SIG. cors [en línea]. Buenos Aires. 2018. [citado el 31 de agosto de 2018]. Disponible en <http://www.ign.gob.ar/sig/>

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independiente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida, sencilla y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma. Las principales cuestiones que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de mayor a menor complejidad son:

- Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.

¹¹ RIVERA, Leonardo. Patrones Territoriales de Movilidad en la Zona Urbana de Tunja aplicación con SIG Julián. Tunja.: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ingeniería. 2014. Pág. 110.

- Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: comparación entre situaciones temporales o especiales distintas
- Rutas: cálculo de rutas optimas entre dos o más puntos.
- Pautas: detección de pautas especiales.

Entre los principales programas para el manejo de información geográfica están:

- Gis
- ArcGIS
- Sv GIS

De los cuales se escogió ArcGIS dado a que este es el usado en la Alcaldía Mayor de Tunja.

ArcGIS: Software utilizado en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Este software agrupa las funciones de captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

Microsoft Excel: Es un programa creado para realizar en especial hojas de cálculo, pero es uno de los múltiples beneficios que brinda el programa, ya que tiene la ventaja de crear tablas y gráficos además de brindar una gran variedad de herramientas de cálculo para tener resultados completos de lo que deseamos trabajar como promedios, porcentajes entre otros.

Google Earth: Es un programa creado para revisar cartografía de todo el planeta tierra, con una muy buena calidad y lo mejor, es de uso libre por lo que no hay preocupaciones a la hora de realizar un trabajo, con él se pueden verificar aquellas zonas que no serán posibles de ver en la imagen aérea proporcionada por la gobernación de Boyacá, además para la comprobación de los atributos de las diferentes capas y la creación de la capa tipo terreno fue necesario utilizar este programa.

3.3.2 Sistemas globales de navegación por satélite GNSS. Son sistemas globales de posicionamiento referidos al conjunto de sistemas de navegación por satélites con una estructura claramente definida por: un segmento espacial, un segmento de control, un segmento de usuarios. No se entiende un GNSS sin alguno de estos tres elementos, estos proporcionan un marco de referencia espacio – temporal con una cobertura global, sin depender de las condiciones atmosféricas, de manera continua en cualquier lugar de la Tierra e independiente del número de usuarios¹². En la actualidad se habla de cuatro sistemas:

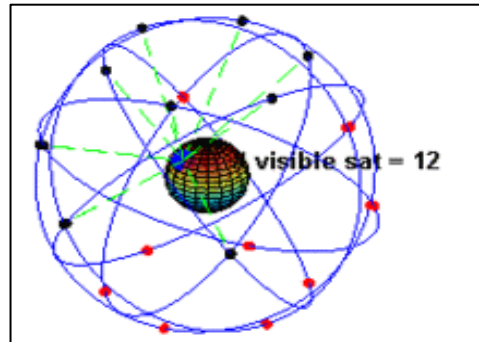
- Sistema Global de Posicionamiento con satélites de la constelación americana NAVSTAR comúnmente conocido como GPS. Con 29 satélites, 20.000 Km, orbitas cuasi circulares, operando desde 1995 completamente y de uso no necesariamente militar.
- Sistema Navegación Global con Satélites rusos GLONASS. 24 satélites, 25.500 Km, orbitas elípticas muy excéntricas, no está plenamente operativo por cuestiones económicas y políticas.
- Sistema de Navegación Europeo GALILEO, su diferencia radica en su uso más abierto. Con 30 satélites, 23.600 Km con un origen de control civil. Garantías de servicio, está en fase inicial de implementación.
- Sistema de Navegación Beidou desarrollado por la República Popular de China, asociada con el proyecto Galileo.

3.3.3 Descripción del sistema de posicionamiento global GPS: El sistema GPS comprende tres segmentos diferentes:

- El segmento espacial: satélites que giran en órbita alrededor de la tierra

¹² GALILEO INSTRUMENTS. Capacitación Alcaldía de Tunja. [Diapositivas] En: Tunja. 2018. 28 diapositivas, color.

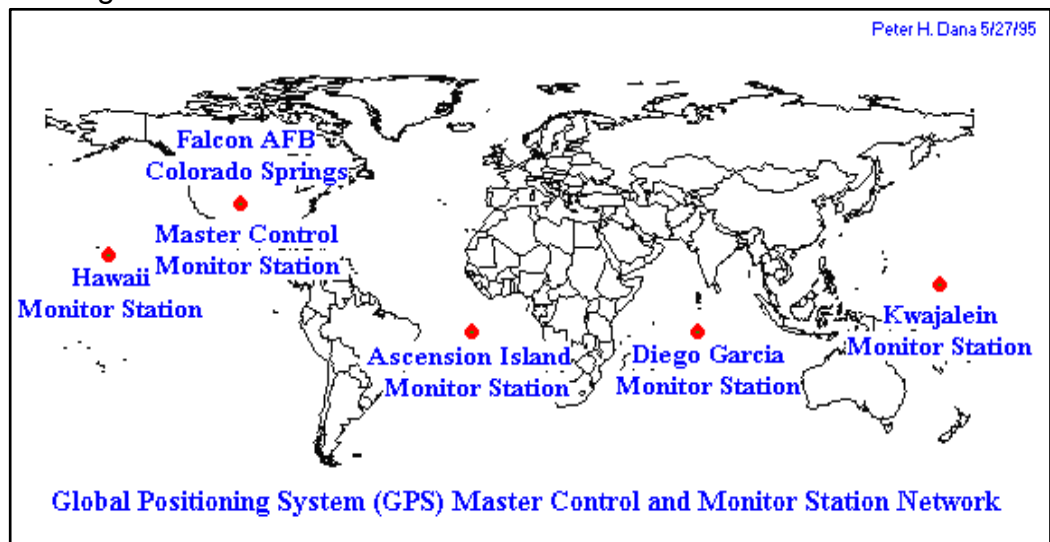
Figura 3. Segmento espacial.



Fuente: GALILEO INSTRUMENTS. Capacitación Alcaldía de Tunja. [Diapositiva] En: Tunja. 2018. 28 diapositivas, color.

- El segmento control: formado por estaciones ubicadas cerca del ecuador terrestre para controlar los satélites

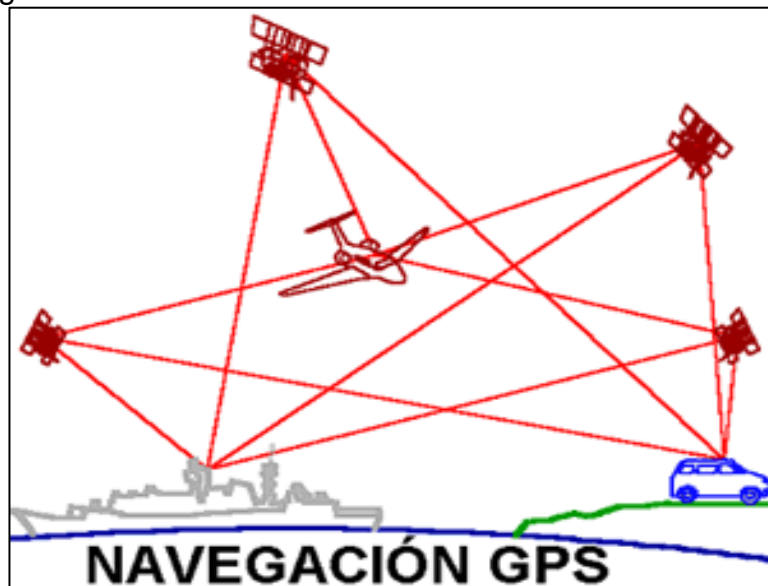
Figura 4. Segmento control



Fuente: GALILEO INSTRUMENTS. Capacitación Alcaldía de Tunja. [Diapositiva] En: Tunja. 2018. 28 diapositivas, color.

- El segmento de usuarios: todos los que reciban y utilicen la señal GPS

Figura 5.Segmento usuarios



Fuente: GALILEO INSTRUMENTS. Capacitación Alcaldía de Tunja. [Diapositiva] En: Tunja. 2018. 28 diapositivas, color.

3.3.4 Red de Transporte de Formato RTCM a través del Protocolo de Internet, NTRIP. Es la nueva tecnología para transferir datos GNSS (formato RTCM) a través de redes Internet o de telefonía móvil, lo que permite conexiones simultáneas a través de PC, celular, portátil, o directamente desde el receptor GPS.

En conclusión, NTRIP es una Red de Transporte de Formato RTCM a través del Protocolo de Internet, el cual permite emitir correcciones diferenciales en tiempo real a receptores Rover GNSS con precisión centimétricas en un radio de cobertura de 35 a 50 km con una estación CORS.

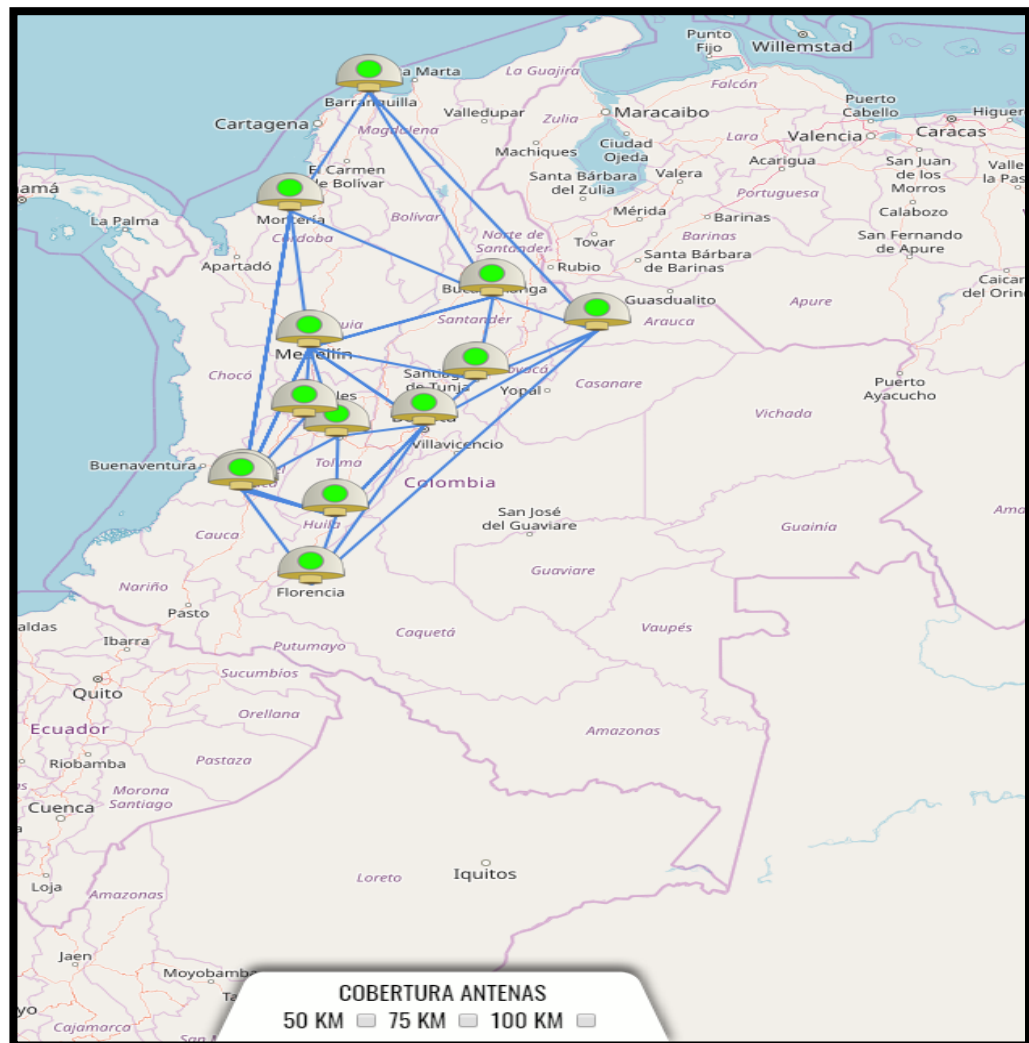
Beneficios:

- En la actualidad el mundo exige el uso de la tecnología GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) en tiempo real, a fin de obtener una mejor precisión en menor tiempo y brindar una solución inmediata de posicionamiento que enlaza ciertos beneficios para el usuario.
- En el país existe la tecnología para la obtención de correcciones diferenciales en tiempo real con la implementación y validación del

funcionamiento de la técnica NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol).

- Al aplicar la técnica NTRIP se busca obtener beneficios en cuestión de ahorro de recursos como tiempo y costos para los usuarios en diferentes aplicaciones geoespaciales.
- En la figura 6, se observa el radio de cobertura y la cantidad de antenas en Colombia

Figura 6. Red de antenas cors NTRIP para Colombia



Fuente: GALILEO INSTRUMENTS. Red de antenas cors [en línea]. Bogotá. 2018. [citado el 31 de agosto de 2018]. Disponible en <http://www.equipostopograficos.com/>

3.3.5 Receptores GNSS Utilizados en la práctica de proyección empresarial:

Los receptores utilizados fueron el Mobile Mapper 50 que es un colector de datos SIG con sistema operativo Android que asemeja la practicidad de un Smartphone combinada con una calidad y rendimiento propio de GNSS, es un aparato compacto, ligero, receptor fino y un procesador de cuatro núcleos de 1,2 GHz, 16 GB de memoria y pantalla de 13,4 cm, este modelo ofrece tres constelaciones GNSS (GPS + Galileo + Glonass o GPS Galileo + Beidou) y pos proceso si se desea para la mejora de precisión de los datos en oficina, cuenta con servicios móviles de Google lo cual facilita la sobre posición de mapas en campo para tener una mejor ubicación en terreno.

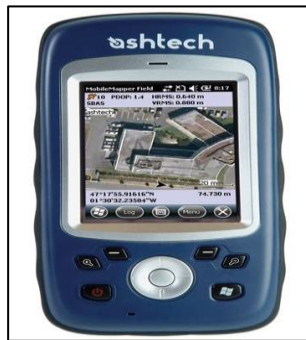
Figura 7. Mobile Mapper 50



Fuente: SPECTRA PRECISIONS. Mobile Mapper 50 [en línea]. Bogotá. 2018. [citado el 31 de agosto de 2018]. Disponible en <http://www.spectraprecision.com/eng/mobilemapper-50.html>

El Mobile Mapper 10 es un dispositivo compacto y ligero, colector de datos SIG, receptor GNSS L1 cuenta con la constelación GPS, 20 canales, actualización 1Hz, la precisión en tiempo real en modo SBAS es de 1 a 2 metros, y después del pos proceso es menor a 50 centímetros, con un procesador de 600 MHz, sistema operativo Windows Mobile 6.5, pantalla de 6.5", batería litio con una duración de hasta 20 horas, salida NMEA, el programa para el desarrollo del pos proceso es el Office Mobile, el cual permite una corrección en oficina de los puntos para una mejor exactitud de la información.

Figura 8. Mobile Mapper 10



Fuente: GEOCONNECT. Mobile Mapper 10. [en línea]. Perú. 2018. [citado el 31 de agosto de 2018]. Disponible en <http://geoconnect.com.au/mobilemapper-10/>

Receptor Qpad X5 Hi-Target, es un dispositivo de última tecnología el cual tiene como característica principal su alta precisión autónoma de 2 metros, corrección RTK de 2cm y corrección estática horizontal 5mm y vertical 10mm, cuenta con sistema android 5.0 además de un procesador de 1.7 Ghz, memoria ram de 2GB, memoria flash de 16GB y un software de manejo compatible con ArcGIS para evitar el pos proceso.

Figura 9. Receptor Qpad X5



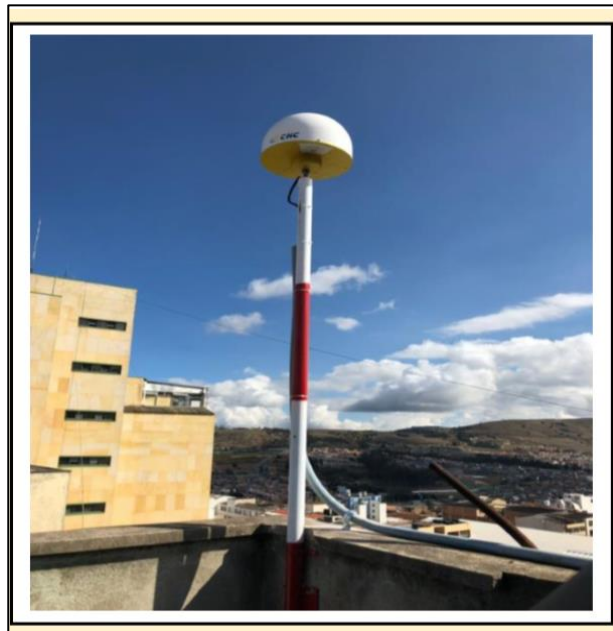
Fuente: GALILEO INSTRUMENTS. Capacitación Alcaldía de Tunja. [Diapositiva] En: Tunja. 2018. 28 diapositivas, color.

Para el trabajo de campo se utilizaron 2 dispositivos, sin embargo, este equipo presenta problemas en cuanto a su batería la cual no alcanzaba una duración de 4 horas en el trabajo en campo.

ANTENA NTRIP

Localizada en el edificio municipal de Tunja en la calle 19 N° 9-95, es una antena marca CHC NAV de 440 canales con un radio de cobertura de 75 kilómetros, y coordenadas elipsoidales WGS 84: longitud $73^{\circ}21'43''$, latitud $5^{\circ}31'54''$ y Altura 2830 msnm

Figura 10. Antena Cors



Fuente: GALILEO INSTRUMENTS. Red de antenas cors [en línea]. Bogotá. 2018. [citado el 31 de agosto de 2018]. Disponible en <http://www.equipostopograficos.com/>

3.4 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente practica se utilizó una metodología que se divide en tres fases principales, la fase I de capacitación y recopilación de información secundaria; La fase II de recolección de datos en campo utilizando receptor de sistema de posicionamiento global GPS y La fase III que corresponde al trabajo en oficina y análisis de datos. A continuación, se describen cada una de las fases.

```

graph LR
    A((PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA)) --> B[RECOLECCIÓN DE INFORMACION SECUNDARIA]
    A --> C[INVENTARIO VIAL MEDIANTE LA RESOLUCION 1067 DE 2015]
    A --> D[CAPACITACIONES EN MANEJO DE EQUIPOS GPS Y SOFTWARE ARGIS]
    B --> E[INFORMACION PREDIAL, Y MALLA VIAL PROYECTADA]
    B --> F[BASES DE DATOS DE ACCIDENTALIDAD]
    C --> G[RECOLECCION DE INFORMACION EN CAMPO]
    C --> H[PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION MEDIANTE EXCEL Y ARGIS]
    G --> I[CORRELACION CON LA INFORMACION DE ACVIDENTALIDAD]
    H --> I
    D --> J[ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO EN CAMPO Y OFICINA]
    D --> K[PRUEBA PILOTO SECTOR 8]
    I --> L[CORRECCIONES Y OBSERVACIONES]
  
```

El diagrama de flujo detalla la metodología de la investigación, organizada en tres fases:

- Fase I:** Comienza con el **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**, que se ramifica en tres actividades principales:
 - RECOLECCIÓN DE INFORMACION SECUNDARIA:** Incluye la recolección de *INFORMACION PREDIAL, Y MALLA VIAL PROYECTADA* y *BASES DE DATOS DE ACCIDENTALIDAD*.
 - INVENTARIO VIAL MEDIANTE LA RESOLUCION 1067 DE 2015:** Se divide en *RECOLECCION DE INFORMACION EN CAMPO* y *PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION MEDIANTE EXCEL Y ARGIS*.
 - CAPACITACIONES EN MANEJO DE EQUIPOS GPS Y SOFTWARE ARGIS:** Incluye la *ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO EN CAMPO Y OFICINA* y la *PRUEBA PILOTO SECTOR 8*.
- Fase II:** Continúa con la *CORRELACION CON LA INFORMACION DE ACVIDENTALIDAD*, que recibe datos tanto del inventario en campo como del procesamiento de la información.
- Fase III:** Finaliza con *CORRECCIONES Y OBSERVACIONES*, que recibe información tanto de la correlación como de las capacitaciones.

3.4.1 Fase I: Capacitación y recolección de información secundaria: En esta fase se planteó inicialmente el problema de la falta de información del estado actual de la malla vial de la ciudad y la necesidad de conocer la información de paramentos de cada calle para actualizar las bases de datos del municipio. Ante dicha necesidad la Oficina de Planeación de Tunja decidió realizar un inventario vial de la ciudad utilizando un receptor de posicionamiento global GPS y con ayuda del Software ArcGIS para el procesamiento y entrega final de la información recolectada.

Tabla 2. Información secundaria suministrada por la Alcaldía40

Nombre	Contenido	Tipo de archivo
Predial	Archivo que contiene los polígonos de cada uno de los predios de la ciudad con información de código predial, código de la manzana, nombre del propietario, dirección y matrícula inmobiliaria.	Shapefile – tipo polígono
Base de datos uso de suelo y estrato	Base de datos en formato Excel que contiene los códigos prediales de la ciudad relacionados con el uso del suelo y estrato de cada uno.	Excel
Base de datos accidentalidad	Archivo de puntos de accidentalidad en la ciudad de Tunja de los años 2015 a 2017, ofrecida por la secretaria de tránsito de Tunja	Shapefile – tipo punto

Fuente: el Autor.

La información secundaria fue la base fundamental para la planeación del trabajo en campo, además que las bases de datos suministradas por la secretaria de tránsito en cuanto a accidentalidad y señales de tránsito permitió mayor eficiencia a la hora de la toma de información.

Adicionalmente se recibió capacitaciones por parte de los ingenieros guía encargados de llevar a cabo la revisión del inventario vial realizado, en estas capacitaciones se recibió las instrucciones acerca del manejo de los GPS Mobile Mapper 10 y Mobile Mapper 10, así como el manejo del programa de pos proceso del Mobile Mapper 10 y el procesamiento de los datos brutos en el software ArcGIS.

Posteriormente mediante la gestión de la Oficina de Planeación se logró comprar varios equipos GNSS de alta precisión junto con una antena de última tecnología, para los cuales se realizó una capacitación ofrecida por los vendedores de los equipos (GALILEO INSTRUMENTS) a la alcaldía. Los equipos que se utilizaron en la práctica de proyección empresarial fueron dos receptores Qpad X5 Hi-Target.

Tabla 3. Capacitaciones recibidas en la alcaldía

Fecha	Tipo de capacitación	Objetivo Alcanzado
7 y 8 de febrero de 2018	Uso del GPS para trabajo en campo	Conocer el uso del GPS para la toma de datos en campo tanto del Mobile Mapper 10 como el Mobile Mapper 50, la información que se debe georreferenciar y la metodología a seguir para optimizar el trabajo de campo.
12 – 16 de febrero de 2018	Trabajo de campo	Aplicar los conocimientos adquiridos en el manejo del GPS y adquirir destrezas para la toma de información en campo, esto se hizo mediante la realización de la prueba piloto donde se georreferenció el sector 8 de la ciudad de Tunja.
19 – 23 de febrero de 2018	Trabajo de oficina	Aprender el procesamiento de los datos tomados en campo en el software ArcGIS para dejar cada una de las capas como lo exige la resolución 1067 de 2015. Los datos utilizados fueron los recopilados en la prueba piloto del sector 8 de la ciudad de Tunja.
22-23 de febrero y 8-9 de marzo de 2018	Uso de equipos GPS de alta precisión	Aprender el uso de equipos GNSS de precisión orientados a levantamientos y captura de datos para sistemas de información geográfica, esto se hizo mediante las capacitaciones impartidas por los ingenieros de GALILEO INSTRUMENTS S.A.S

Fuente: el Autor.

3.4.2 Fase II. Recolección de datos en campo utilizando receptor de sistema de posicionamiento global GPS.

✓ Prueba piloto en el sector 8 de Tunja.

Para saber con certeza la metodología a seguir durante la recolección de datos en campo con el Receptor de Posicionamiento Global GPS, se realizó una prueba piloto donde se georreferenció las vías del sector 8. Durante esta prueba se midieron los anchos de calzadas y separadores, se georreferenció la señalización tanto vertical como horizontal y se tomó los daños existentes en la vía, tal como lo exige la Resolución 1067 de 2015. Adicionalmente se midieron anchos de cunetas, andenes y antejardines para conformar la capa de paramentos que exige la alcaldía.

Se utilizaron dos equipos GPS, el Mobile Mapper 10 y el Mobile Mapper 50, con el fin de adquirir habilidad en la utilización de los equipos en campo, adicionalmente después de la realización de esta prueba piloto, se vio la necesidad de usar unas bitácoras de campo donde se registran los anchos medidos y la señalización encontrada, esto con el fin de agilizar la recolección de datos.

✓ Sectorización

Después de realizar la prueba piloto se vio la necesidad de planear la ruta a seguir en los barrios para asegurar la recolección de información de todas las calles. Antes de ir a campo se verificó las calles existentes en la zona a levantar con ayuda del Shapefile “Malla vial proyectada” suministrado por la Alcaldía, se imprimieron mapas con la nomenclatura de las calles, y se estimó los kilómetros aproximados que se debía georreferenciar en un día de trabajo de campo que en este caso se estableció de 3 Km diarios por grupo de trabajo.

✓ **Recolección de datos en campo**

Para la recolección de la información en campo inicialmente se conformaron 2 grupos de 4, sin embargo, con la llegada de los equipos de alta precisión se conformó 3 grupos de 3 personas contando con la asistencia de los dos ingenieros contratistas, un grupo con el Mobile Mapper 10, otro con el Mobile Mapper 50 y el último con las dos Tablet adquiridas por la Alcaldía, se marcaba en el mapa guía particiones de los sectores como objetivo para cada grupo. Luego en el grupo se repartió las funciones, la primera persona se encargaba de alimentar el GPS en cuestión con los datos demandados por la Resolución 1067 de 2015, se asignaba otra persona encargada del mapa y de la toma de fotos de un lado de la vía, y el último se encargaba de fotos del lado faltante de la vía y de la toma de medidas con el flexómetro.

Los datos fueron tomados con dimensiones de longitud, latitud y altura tal como lo exige la resolución a el sistema de referencia utilizado fue el WGS 84, se configuro cada GPS para que el tiempo de espera de toma para cada punto fuese de 30 segundos y para la capa de TRAMOVIA la línea fuese tomada cada 5 metros. No obstante, para los GPS Qpad X5 Hi-Target se tomaba puntos casi instantáneamente y el TRAMOVIA cada 4metros, esto para obtener una suavización de vértices adecuada.

La recolección de datos se realizó tomando la capa 01_TRAMOVIA como LineString y el resto de las capas como tipo Point, ya que la Resolución 1067 de 2015 exige que todas las capas sean puestas en un eje único correspondiente al 01_TRAMOVIA, por lo tanto, fue más eficiente tomar los datos de las capas restantes como tipo punto y en oficina transformarlos a tipo línea. Los archivos creados en cada uno de los GPS fueron los que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 4. Capas creadas en los GPS

Nombre	Tipo de Geometría
01_TRAMOVIA	LineString
02_BERMA	Point

Nombre	Tipo de Geometría
03_SECCIONTRANSVERSAL	Point
04_SEPARADOR	Point
06_PUENTE	Point
10_INTERSECCION	Point
14_SENALHORIZONTAL	Point
15_SENALVERTICAL	Point
16_DANOFLEXIBLE	Point
17_DANORIGIDO	Point
18_DANOAFIRMADO	Point
19_PARAMENTOS	Point
07_MURO	Point

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por la alcaldía de Tunja, 2018.

Para las capas enunciadas se recolectó la información básica (NOMBRE, FECHA, LONGITUD, ANCHO, TIPO y OBSERVACIONES) que exige la Resolución 1067 de 2015, en cuanto a paramentos que es una capa para el inventario catastral y no está en la resolución se tomaron datos como: anchos de cuneta, ancho de andén, ancho de parqueo, ancho de bahía, aislamientos, ancho de antejardín además de los mencionados para todas las demás capas, información solicitada por la Oficina de Planeación.

3.4.3 Fase III. Trabajo en oficina y análisis de datos.

- ✓ **Procesamiento y organización de información recolectada en campo.**
- **Pos-Proceso.** Para empezar, la práctica con los datos brutos recolectados por el GPS Mobile Mapper 10 se hizo necesario realizar una mejora de pos proceso mediante el software Mobile Mapper Office 2.1 el cual realizó la corrección de posición utilizando una estación de referencia (la cual se utilizaban los datos rinex del día del levantamiento) perteneciente al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

- En el caso del Mobile Mapper 50, no se realizó pos proceso debido a que el software presenta un error de fábrica, por lo tanto, la empresa *Spectra Precision Trimble Navigation LTD* emitió una carta donde notifica que se recomienda utilizar un filtro menor a 1 metro para para la toma de datos tipo línea. Se configuro el GPS para capturar de manera automática vértices del trazo, en un intervalo de distancia de cinco metros y se ajusta la opción de “Filtro de posición” con un valor de (1) metro, con el fin de garantizar la precisión sub- métrica.

En las Tablet Q5, no fue necesario realizar la corrección por pos-proceso ya que debido a que estas utilizan tecnología NTRIP las correcciones se obtenían directamente en campo con el uso de datos móviles suministrados por la alcaldía, no obstante, con internet logra un error de 2 cm y sin internet de 1 m , en el plano horizontal de 5mm y vertical de 10mm+ 1 ppm.

- **Proyección de coordenadas.** A continuación del pos proceso de los datos brutos obtenidos del Mobile Mapper 10 y 50, se proyectaba las coordenadas del sistema WGS 84 al sistema de coordenadas MAGNA Colombia Bogotá que es el exigido por la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte¹³. Dicha proyección se realizó a cada una de las capas mediante el software ArcGIS, menos a las obtenidas mediante la Tablet, ya que esta se configuraba desde campo para obtener las coordenadas ya proyectadas.
- **Calibración del tramovía.** Se realizó mediante la herramienta “Calibrar ruta” activada del editor de ArcGIS, en este proceso se seleccionaba el

¹³ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067. (23, abril, 2015). Por la cual se adopta la Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras "SINC" y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio, 2015. p. 39.

tramo de ruta y se orientaba mediante la “edición de vértices”; la orientación exigida por la oficina de planeación exigía que todos los tramos quedaran en sentido Sur-Norte para carreras y transversales, y en cuanto a calles y Diagonales se realizaba la orientación en sentido oriente-occidente. Este proceso fue realizado en gran parte por los ingenieros guía.

- **Conversión de puntos a líneas.** La Resolución 1067 de 2015 exige que las capas: berma, sección transversal, separador, puente, intersección señal horizontal, señal vertical, daño flexible, daño afirmado y daño rígido estén en formato *LineString* lo que quiere decir que debían ser transformadas del tipo punto que fueron tomadas en campo a tipo línea.

Para realizar la transformación se debía exportar los datos brutos desde ArcGIS de cada capa a Excel y dependiendo de la longitud que debiese tener cada tramo de información. Se adicionaba al Excel 2 columnas nuevas indicando el inicio del tramo y el final del tramo y con la ayuda de la herramienta “Identificar ubicaciones de rutas” partiendo de la capa 01_TRAMOVIA se interceptaban los puntos de las diferentes capas a lo largo de la polilínea.

Además de las columnas de inicio y fin se debía ingresar a Excel los demás campos que exige la Resolución 1067 de 2015.

Posteriormente se exportó la base de datos con cada uno de los atributos exigidos por la resolución 1067 de 2015 desde Excel a ArcGIS, y mediante la herramienta Display Route Events, se genera una capa nueva a partir de la capa referencia 01_TRAMOVIA, esto se realiza mediante una columna base o GUÍA que debe contener tanto la base de datos de Excel como la capa de referencia, al igual que la calibración la creación de la columna guía la realizó el ingeniero contratista. De esta manera se obtiene

una segmentación dinámica muy útil para analizar la información recolectada.

- **Capa de paramentos.** Esta capa fue una de las más complejas y extensas para trabajar, dado la gran cantidad de atributos que se debían ingresar y además que estos atributos se debían asignar a cada predio adyacente a la vía y esto a cada lado de la misma.

Inicialmente se copió dos paralelas a la capa de referencia 01_TRAMOVIA las cuales fueron la base para importar los datos desde Excel y así identificar cada lado, una capa fue llamada 19_PARAMENTOPAR la cual correspondería a la información tomada del lado 1 de la vía o sea el lado derecho según la orientación sur a norte u oriente a occidente y la segunda 20_PARAMENTOIMPAR correspondería al lado 2 o lado izquierdo.

Cada tramo de paramento contenía la información obtenida en campo (anchos de cuneta, andén, antejardín, Parqueadero, Bahía la mitad del ancho de la calzada, y la mitad del separador además de las observaciones pedidas por la Oficina de Planeación) conjuntamente de un hipervínculo de la fachada del predio, todas estas medidas sumadas para conformar el PARAMENTO de cada predio. Adicionalmente se incluyeron los atributos de estrato y uso predial¹⁴ para cada segmento, con el fin de complementar la información obtenida en campo.

- **Compilación de la información y corrección de errores comunes.** Finalmente, para realizar la compilación de todas las capas exigidas por la Resolución 1067 de 2015, los dos ingenieros guía debían revisar el trabajo de cada pasante con el fin de encontrar errores y reenviarlo para

¹⁴ Los datos de estrato y uso predial fueron suministrados por la alcaldía en un archivo Excel organizados según el código predial.

ser corregido. En este proceso se encontró que existían errores tales como:

- Invertir los lados de los paramentos en tramos de diagonales y transversales
- Digitación de los anchos de en los atributos
- Superposición de atributos dado a la digitación de la columna de GUIA
- Longitudes negativas debido a la inversión de las columnas inicio y fin
- Complicaciones al crear la paralela para realizar paramentos
- Información de columnas de la misma clase en diferente formato de ingreso (texto, numérico general).

3.4.4 Evaluación de la accidentalidad en los sectores 1, 2, 3, 4 y 5:

✓ Recolección de capas de los sectores a evaluar:

Como primera medida se establecieron 3 capas de las trabajadas en la práctica de proyección empresarial para realizar la evaluación de accidentalidad entre ellas están 01_TRAMOVIA, 02_SECCION TRANSVERSAL Y 05_TIPOTERRENO, se consideraron estas capas ya que no se contó con información completa para incluir más paramentos de estudio como se observa en el capítulo 5.

✓ Diagnóstico de la accidentalidad total de los sectores evaluados:

Mediante la base de datos suministrada por la Secretaria de Tránsito de Tunja se filtró cada variable y se contrastó con el número de accidentes de tránsito, esto para dar una visión general de cómo se encuentra la ciudad en los sectores 1 al 5 en cuanto a accidentalidad y ver que otras características influyen en la accidentalidad, como se observa en el capítulo 5.

✓ **Selección de sitios Críticos entre los sectores evaluados:**

Mediante el Shapefile Acc_Magna_Tunja se valoraron los sectores en donde se encontró la mayor cantidad de accidentes de tránsito esto con el fin de relacionar las capas escogidas en la anterior etapa, además se realizó una observación específica de estos sitios para identificar señalización y comportamiento del flujo vehicular, para así dar un análisis geométrico de la zona, como se puede ver en el Numeral 5.1 del presente documento.

✓ **Descripción de los accidentes por sectores:**

Finalmente se evaluó sector por sector las capas seleccionadas para identificar un patrón para el sector y lograr correlacionar las características de cada sector y compararlos con los demás.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 SECCION TRANSVERSAL

Entre los datos que se pueden analizar de esta capa están los anchos y los tipos de superficie que presentan las vías del sector. Para especificar el tipo de superficie encontrada, la Resolución 1067 de 2015 establece cinco clasificaciones: 1-Destapado, 2-Afirmado, 3-Pavimento Asfáltico, 4-Tratamiento Superficial, 5-Pavimento Rígido. Dentro de las calles georreferenciadas se encontraron vías en adoquín, por lo tanto, se agrega a la clasificación el numeral 6-Pavimento Articulado.

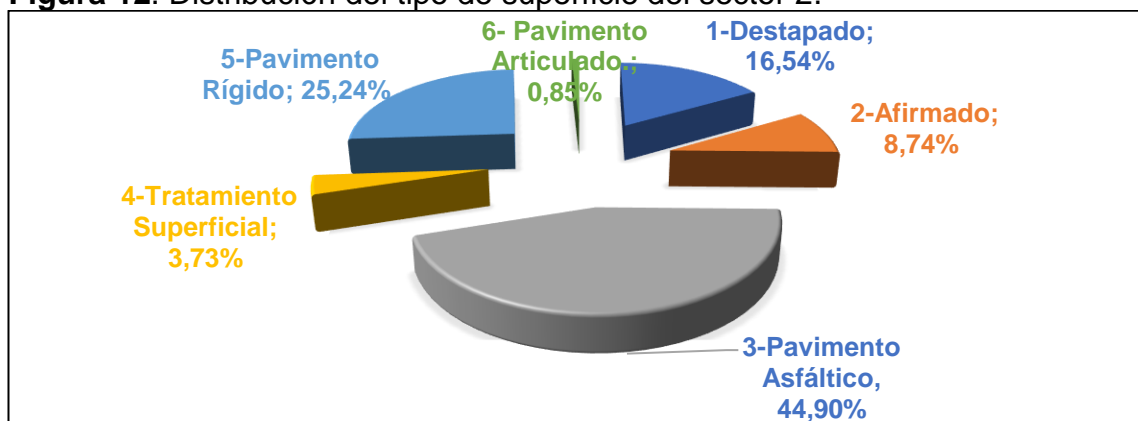
Tabla 5. Tipo de superficie en el sector 2 de Tunja

TIPO DE SUPERFICIE	N° DE VÍAS	LONGITUD (Km)	PORCENTAJE
1-DESTAPADO	97	7.17	16.54%
2-AFIRMADO	46	3.79	8.74%
3-PAVIMENTO ASFÁLTICO	203	19.48	44.9%
4-TRATAMIENTO SUPERFICIAL	22	1.61	3.73%
5-PAVIMENTO RÍGIDO	134	10.95	25.24%
6- PAVIMENTO ARTICULADO.	9	0.37	0.85%
TOTAL	511	43.39	100%

Fuente: el Autor.

Como se observa en la tabla 6, existe actualmente un 73.86% de vías urbanas pavimentadas ya sea con pavimento asfáltico, rígido, articulado o tratamiento superficial, lo cual genera bastante inconformidad en las comunidades de este sector, el restante con un 26.14% (10.97 Km) de vías se encuentran sin intervenir ya sea porque están en afirmado o destapado y esto sumado a los daños que se ven en la figura 15, realmente se notó el olvido de las entidades municipales.

Figura 12. Distribución del tipo de superficie del sector 2.



Fuente: el Autor.

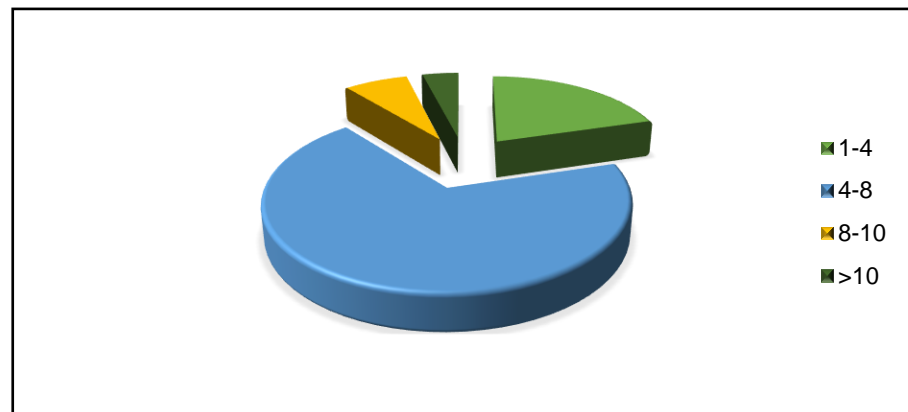
En cuanto a los anchos de calzada se estableció cuatro intervalos; el primero para las vías con ancho menor a 4m, el segundo para las vías predominantes que van entre los 4 m y los 7 m, el tercero para vías ideales que cuentan con anchos de 7 m a 10 m y por último para vías que en su mayoría corresponden a la doble calzada de la Avenida Suarez Rendón, como se observa en la tabla 7.

Tabla 6. Anchos de calzada sector 2 de la ciudad de Tunja.

ANCHOS CALZADA o CALZADAS(m)	LONGITUD (Km)	PORCENTAJE
1-4	8.84	20.38%
4-7	21.70	50.01%
7-10	11.13	25.65%
>10	17.23	3.97%
TOTAL	43.39	100.00%

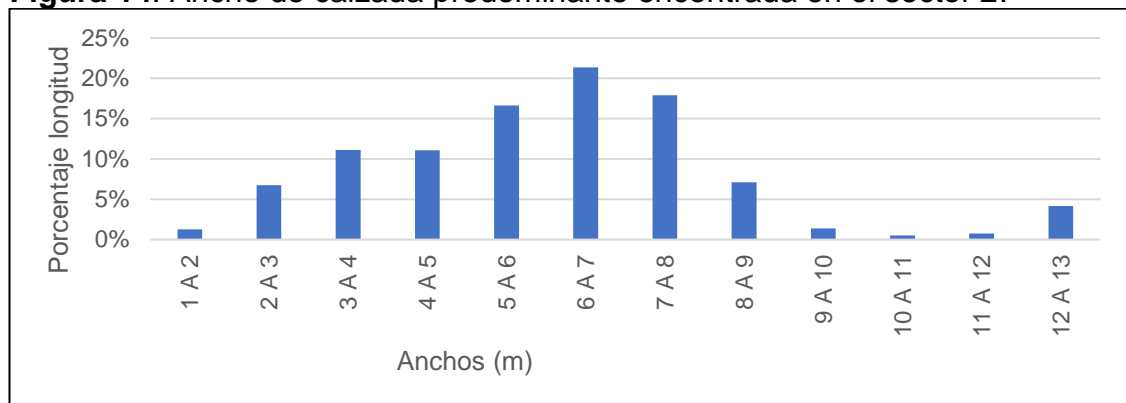
Fuente: el Autor.

Figura 13. Anchos de calzada sector 2 de Tunja.



Fuente: el Autor.

Figura 14. Ancho de calzada predominante encontrada en el sector 2.



Fuente: el Autor.

De la figura 3, se observa que el ancho predominante en el sector 2 es de 6 m a 7m de longitud con un 21% del total y carriles de 3 m, además un 22 % en vías de 3 a 5 m, lo cual presupone una carencia para la operación correcta y eficaz de los vehículos ya que en su mayoría estas vías son de doble sentido de circulación.

4.2 DAÑOS

La Resolución 1067 de 2015 establece que se deben crear 3 capas de daños: 16_DANOFLEXIBLE, 17_DANORÍGIDO, 19_DANO AFIRMADO. Adicionalmente se debe crear un atributo denominado CODDANO donde se asigna un código a cada daño dependiendo de su tipo como se observa en la tabla 8.

Tabla 7. Códigos de los daños estipulados en la resolución 1067 de 2015

DAÑO FLEXIBLE	DAÑO RÍGIDO	DAÑO AFIRMADO
1. Ahuellamiento promedio (mm)	1. Grietas de esquina (m)	1. Baches
2. Asentamiento transversal (mm)	2. Grietas longitudinales (m)	2. Áreas erosionadas
3. Asentamiento transversal (m ²)	3. Grietas transversales (m)	3. Ondulaciones o rizados
4. Abultamientos (m ²)	4. Grietas en los extremos de los pasadores (m)	4. Ahuellamiento
5. Desplazamiento de borde (m ²)	5. Grietas en bloque o fracturación múltiple (m ²)	
6. Deformaciones en media luna (m ²)	6. Grietas en pozos o sumideros (m ²)	
7. Depresiones o hundimientos (m ²)	7. Separación de juntas longitudinales (m)	
8. Descaramiento (m ²)	8. Daños en juntas deterioro del sello (m)	
9. Desprendimientos ojo de pescado (m ²)	9. Desportillamiento de juntas(m ²)	
10. Desprendimiento de borde (m ²)	10. Deterioro superficial descaramiento (m ²)	
11. Pérdida de ligante (m ²)	11. Deterioro superficial desintegración (m ²)	
12. Pérdida de agregados (m ²)	12. Deterioro superficial baches (m ²)	
13. Fisuras longitudinales (m ²)	13. Deterioro superficial pulimiento (m ²)	
14. Fisuras transversales (m ²)	14. Deterioro superficial escalonamiento de juntas (unidad9	
15. Fisuras media luna (m ²)	15. Deterioro superficial levantamiento localizado (m).	
16. Fisuras de junta (m ²)	16. Deterioro superficial parches (m ²).	
17. Fisuras parabólicas (m ²)	17. Hundimientos y asentamientos	
18. Fisuras en bloque (m ²)	18. Fisuración por retracción o tipo malla (m ²)	
19. Fisuras piel de cocodrilo (m ²)	19. Fisuración por durabilidad (m ²)	
19. baches (m ²)	20. bombeo (m)	
20. Otros daños cabezas duras (m ²)	21. Ondulaciones (m ²)	
21. Pulimiento (m ²)	22. descensos de berma (m)	

DAÑO FLEXIBLE	DAÑO RÍGIDO	DAÑO AFIRMADO
22. Exudación (m ²)	23. Separación entre la berma y el pavimento (m)	
23. Afloramiento (m ²)		
24. Surcos (m ²)		

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por la alcaldía de Tunja, 2018.

Tabla 8. Porcentaje de daños encontrados en el sector 2 por tipo de superficie.

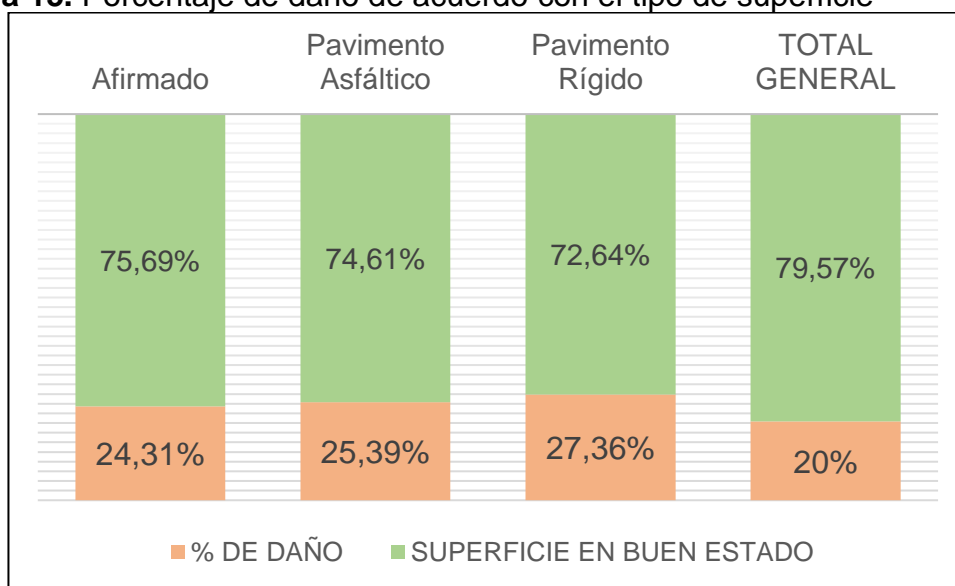
TIPO DE SUPERFICIE	N° DE VIAS	LONGITUD SUPERFICIE (m)	PORCENTAJE SUPERFICIE	LONGITUD DAÑOS(m)	PORCENTAJE DE DAÑOS
1-Destapado	97	7179.57	16.54%	0	0.0%
2-Afirmado	46	3793.40	8.74%	922.12	24.3%
3-Pavimento Asfáltico	203	19484.20	44.90%	4947.73	25.4%
4-Tratamiento Superficial	22	1618.94	3.73%	0.00	0.0%
5-Pavimento Rígido	134	10952.33	25.24%	2996.93	27.4%
6- Pavimento Articulado.	9	369.78	0.85%	0.00	0.0%
TOTAL, SUPERFICIE	511	43398.24	100.00%	8866.79	20.43%

Fuente: el Autor.

Se observa tanto en la tabla 9 como en la figura 14 los altos porcentajes de daños en los tipos de superficie valorados en el trabajo de campo; cada una de las superficies presenta daños que superan el 25% del total de su longitud, una cifra considerable y que necesita de la atención de la Alcaldía Mayor de Tunja. Esto sumado a los daños en pavimento articulado y en tratamiento superficial que dado a la metodología planteada por el Ministerio de Transporte no se tomarán.

Además, un dato no despreciable que se observa es que existe un 16.5% de vías en destapado las cuales en su mayoría se encuentran en mal estado como se observa en la tabla 9.

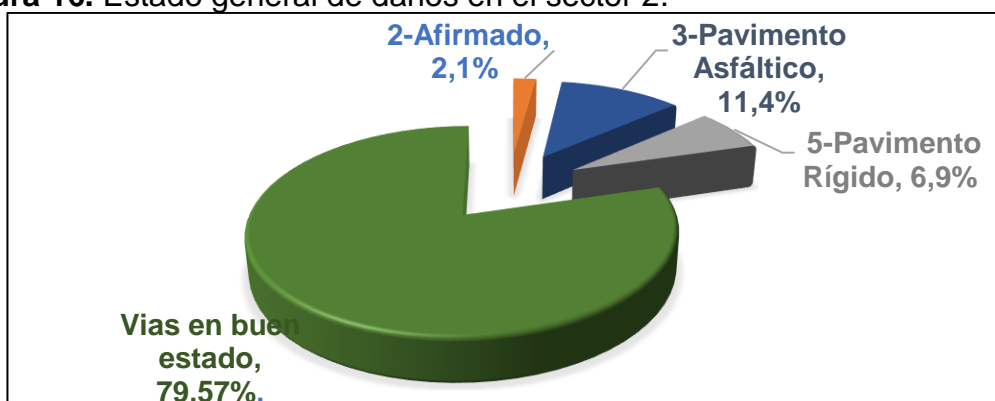
Figura 15. Porcentaje de daño de acuerdo con el tipo de superficie



Fuente: el Autor.

Como se observa en la figura 15, los daños encontrados en pavimento asfáltico y pavimento rígido alcanzan un 25.40% y 27.4% respectivamente del total de su superficie; además de 24.3% de daños en afirmado esto indica un deterioro considerable en cuanto a mantenimiento de las vías urbanas encontradas en el sector 2 de la ciudad de Tunja. Existe un 20% del total de la superficie de las vías del sector de estudio en mal estado.

Figura 16. Estado general de daños en el sector 2.



Fuente: el Autor.

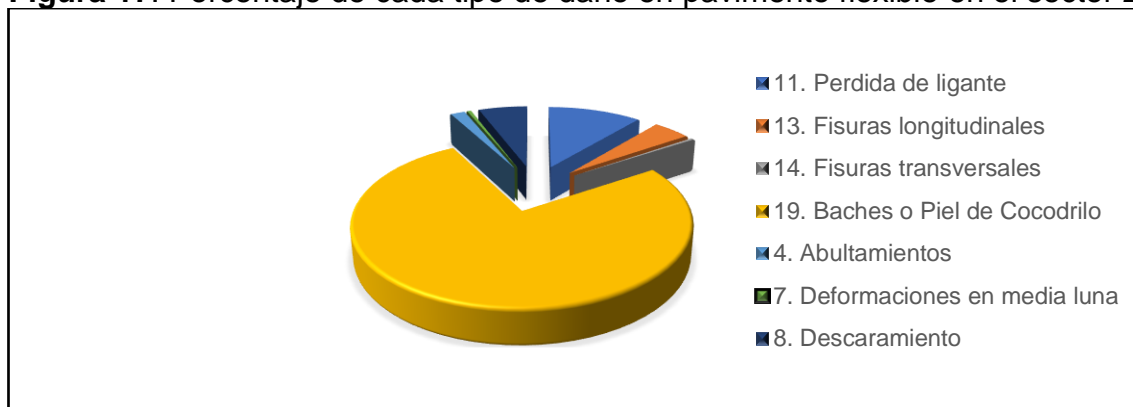
4.2.1 Daños en pavimento flexible. En total son 19.48 km en pavimento asfáltico de los cuales 4.95 km están en malas condiciones mientras que 14.53 km están en buen estado. Entre los daños planteados por la Resolución 1067 de 2015 se encontraron en el sector 2 los que se muestran en la tabla 10.

Tabla 9. Daños encontrados en el pavimento flexible.

CODIGO DAÑO	LONGITUD DE LOS DAÑOS (m)	PORCENTAJE POR TIPO DE DAÑO
11. Pérdida de ligante	546.44	11.04%
13. Fisuras longitudinales	216.70	4.38%
14. Fisuras transversales.	18.34	0.37%
19. Baches o Piel de Cocodrilo	3774.21	76.28%
4. Abultamientos	84.04	1.70%
7. Deformaciones en media luna	22.50	0.45%
8. Descaramiento	285.48	5.77%
TOTAL, GENERAL	4947.73	100.00%

Fuente: el Autor.

Figura 17. Porcentaje de cada tipo de daño en pavimento flexible en el sector 2



Fuente: el Autor.

Según la figura 17, el tipo de daño que se encontró en mayor proporción en el pavimento flexible fueron los baches y la piel de cocodrilo con el 76.28%, por tanto, la Alcaldía Mayor en compañía de la Oficina de Infraestructura debería realizar inventarios detallados que indiquen la severidad de estos daños ya localizados y tomar las medidas pertinentes. Ya que la Resolución 1067 de 2015

no establece severidad y una clasificación completa de daños que se pueden presentar en este tipo de pavimento.

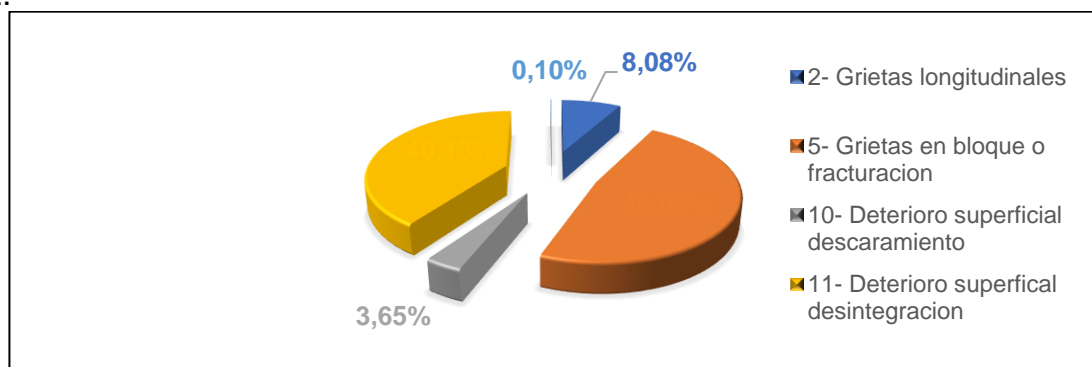
4.2.2 Daños en pavimento rígido. En la evaluación de los daños en pavimento rígido se encontraron 2 tipos de daño muy predominantes en las vías del sector 2 de Tunja los cuales corresponden a grietas en bloque o fracturación y a deterioro superficial o desintegración como se observa en la tabla 11 los otros daños encontrados fueron: pulimento, grietas longitudinales y deterioro superficial.

Tabla 10. Daños encontrados en pavimento rígido.

CODIGO DAÑO RIGIDO	LONGITUD DE LOS DAÑOS (m)	PORCENTAJE POR TIPO DE DAÑO
2- Grietas longitudinales	242.04	8.08%
5- Grietas en bloque o fracturación	1439.9	48.05%
10- Deterioro superficial descaramiento	109.34	3.65%
11- Deterioro superficial desintegración	1202.67	40.13%
13- Deterioro superficial pulimento	2.92	0.10%
TOTAL, GENERAL	2996.9	100.00%

Fuente: el Autor.

Figura 18. Porcentaje de cada tipo de daño en pavimento rígido para el sector 2.



Fuente: el Autor.

En la figura 18 y en la tabla 11 se observa que los daños más comunes con el 88.18% en las vías del sector 2 corresponden a problemas de grietas en bloque

y a desintegración de las losas de concreto, daños que son graves y afectan la circulación normal vehicular y la seguridad vial, no obstante, la Alcaldía Mayor debe realizar inventarios detallados para determinar la severidad de estos daños e intervenir las vías prioritarias.

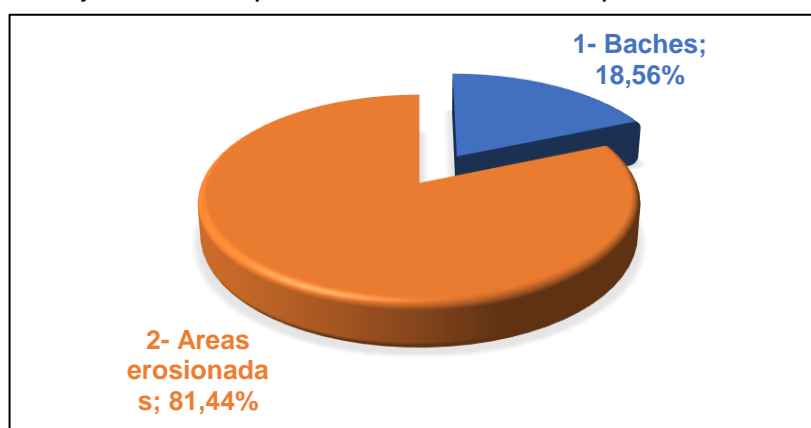
4.2.3 Daños en afirmado. En cuanto a los daños encontrados en el pavimento afirmado, se observa en la tabla que corresponde en su mayoría a áreas erosionadas y en un menor porcentaje a baches, daños muy comunes al no tener una superficie asfáltica o rígida y a que estas vías no cuentan con cunetas.

Tabla 11. Daños encontrados en el pavimento afirmado

CODIGO DAÑO	LONGITUD DE LOS DAÑOS	PORCENTAJE POR TIPO DE DAÑO
1- Baches	171.11	18.56%
2- Áreas erosionadas	751.00	81.44%
TOTAL, GENERAL	922.1228348	100.00%

Fuente: el Autor.

Figura 19. Porcentaje de cada tipo de daño en afirmado para el sector 2



Fuente: el Autor.

En la figura 19, de los 3.8 km de pavimento en afirmado unos 0.92 km están en mal estado en un 81.44% por erosión y un 18.56% por baches.

4.3 TIPO TERRENO

La capa 05_TIPOTERRENO se creó con base en la capa 01_TRAMOVÍA la cual se convirtió a puntos y con la información de elevación de cada punto se hicieron perfiles longitudinales para posteriormente calcular la pendiente del terreno mediante la siguiente ecuación:

$$m = \frac{Y2 - Y1}{X2 - X1} * 100$$

Dónde: m es la pendiente longitudinal del terreno en porcentaje.

Y1 y Y2 son las alturas de los puntos inicial y final respectivamente.

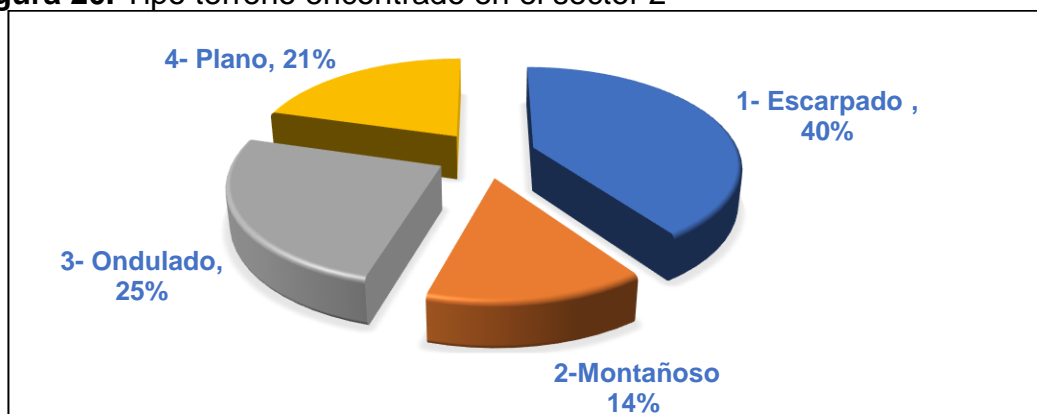
X1 y X2 son las distancias longitudinales de los puntos inicial y final respectivamente.

Cabe aclarar que las alturas y distancias se tomaron respecto al programa Google Earth ya que mediante los GPS se encontraron varias inconsistencias en la información tomada dado que en el Mapper 50 no había pos proceso, por tal motivo se debería realizar una clasificación de la información obtenida para repetir la toma de datos en los lugares que no se tomó adecuadamente la información, ya sea con el GPS Q pad X5 o con el Mobile Mapper 10.

Adicionalmente se clasificó cada tramo de vía en los cuatro tipos de terreno descritos por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras¹⁵, y la numeración según la resolución 1067 de 2015; 4-plano para pendientes menores al 3,00%, 3- ondulado de 3,00% - 6,00% 2- montañoso de 6,00% - 8,00% y 1-escarpado para pendientes superiores al 8,00%.

¹⁵COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. 1.2. Clasificación de carreteras. 1.2.2. Según el tipo de terreno. Bogotá D.C.: El instituto, 2008, p. 5-6.

Figura 20. Tipo terreno encontrado en el sector 2



Fuente: el Autor.

Como se observa en la figura 20 en el sector existen un porcentaje del 40% en pendientes pronunciadas o de tipo escarpado las cuales son calles o diagonales que comunican la avenida oriental y el sector oriente alto de la ciudad, como se observa en el **Anexo A: Mapa 5 tipo terreno vías Sector 2 de Tunja**.

4.4 INTERSECCIONES

La Resolución 1067 de 2015 establece que las intersecciones se asignen como puntos y se les dé un atributo donde se especifique el tipo de intersección¹⁶, que puede ser 1-Cruz, 2- En T, 3- En T con canalizaciones, 4- En Y, 5-Ortogonal, 6- Glorietas, 7-Tipo trompeta, 8-Tipo trébol, 9- Otro. Para el caso del Sector 2 se encontraron 5 tipos de intersecciones como se observa en la tabla 13.

Tabla 12. Tipo de intersección encontrada

TIPO DE INTERSECCION	N° INTERSECCIONES	PORCENTAJE
1- Tipo cruz	109	26.08%
2- Tipo T	246	58.85%

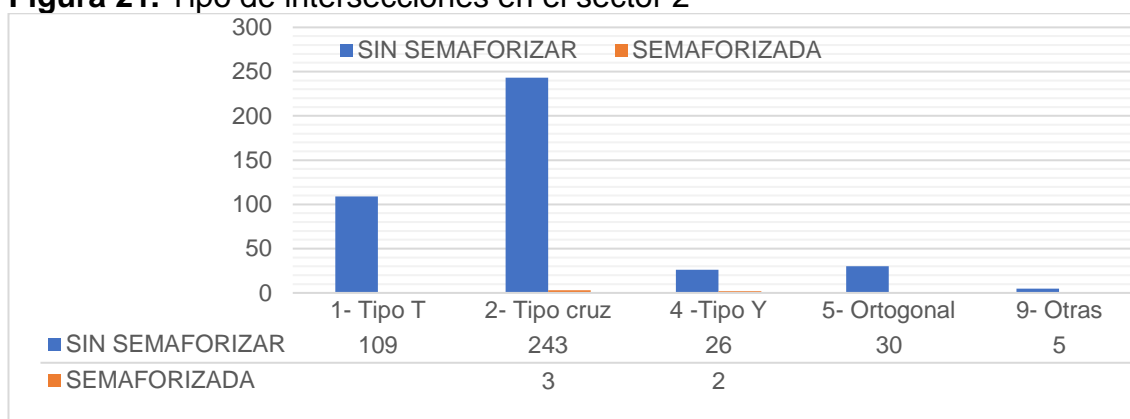
¹⁶COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067. (23, abril, 2015). Por la cual se adopta la Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras "SINC" y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio, 2015. p. 9-10.

4 -Tipo Y	28	6.70%
5- Ortogonal	30	7.18%
9- Otras	5	1.20%
TOTAL, GENERAL	418	100.00%

Fuente: el Autor

En la evaluación de las intersecciones se conformó la figura 21, donde se muestra que existen apenas 5 intersecciones semaforizadas dentro del sector 2 que se ubican en la avenida Suárez Rendón o carrera 11.

Figura 21. Tipo de intersecciones en el sector 2



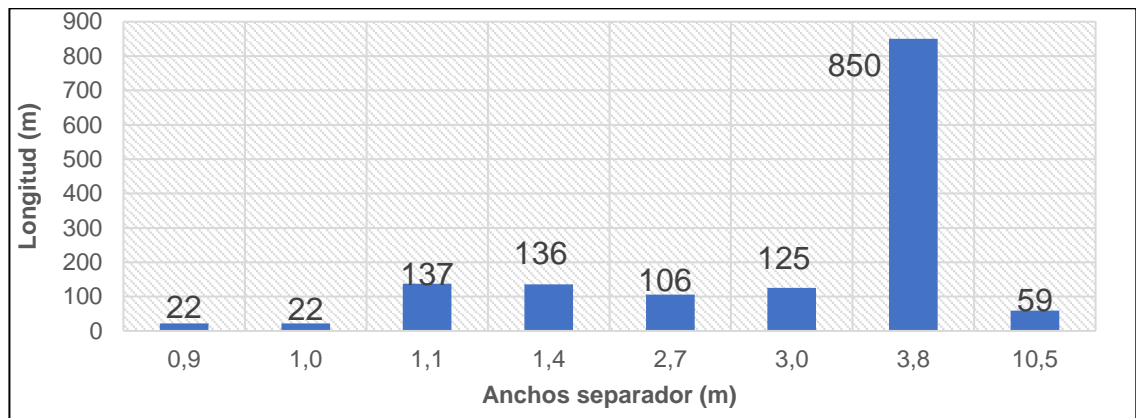
Fuente: el Autor

Asimismo, se clasificaron por el tipo de intersección predominante en el sector que en este caso fue la intersección tipo T la cual cuenta con un 58.85% del total. En general para el tránsito urbano las intersecciones existentes satisfacen la operación del tránsito, aunque se debe analizar cada intersección de una manera detallada para encontrar los problemas que puedan existir en estas.

4.5 SEPARADOR

En la conformación de la capa para 04_SEPARADOR se analizaron los tipos de separador que existen en el sector 2 de la ciudad de Tunja, en este caso todos los separadores encontrados son tipo 4 “otros”, según la clasificación de la resolución 1067 de 2015.

Figura 22. Anchos de separador encontrados en el sector 2



Fuente: el Autor

En la figura 22, el separador que se observa de 3.8 m de ancho corresponde a la avenida Suarez Rendón el cual cuenta también con una ciclorruta de 850 metros de longitud y 2 m de ancho.

4.6 MURO

Se encontró un muro en concreto en la carrera 15 con calle 17, con una longitud de 112 m. Este Muro se usa en forma de puente vehicular para la carrera 15.

4.7 PUENTE

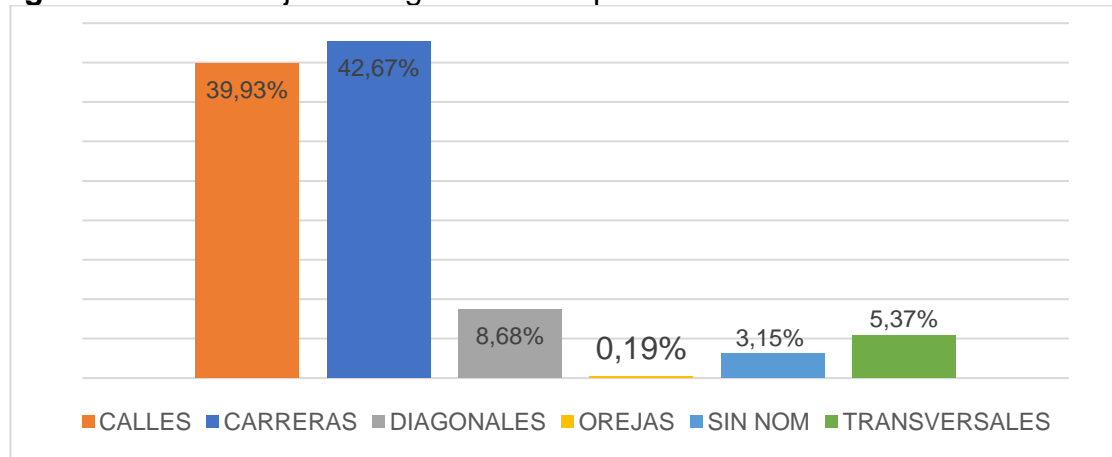
El único puente encontrado se ubica en la carrera 13 del sector 2 con una sola luz y una longitud de 33.45 m, además una calzada de 6.3 m y un ancho de tablero de 7.8 m con paso a nivel.

4.8 TRAMOVIA

Una de las capas bases es 01_TRAMOVIA en la cual se dibujó la línea del eje central de cada vía georreferenciada, con datos como la longitud, el nombre

proyectado y la categoría ya sea de las avenidas, calles, carreras, transversales o diagonales como se observa en la figura 23.

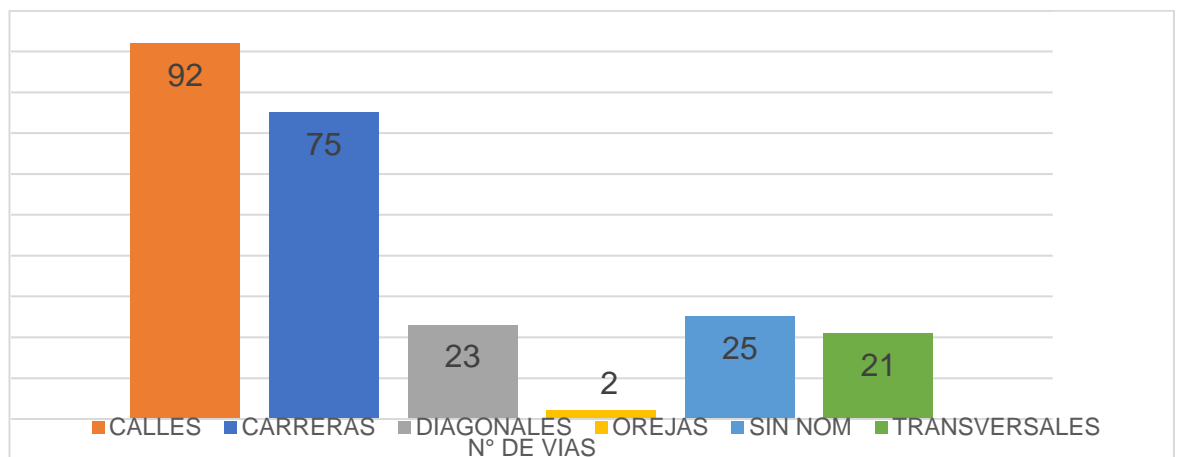
Figura 23. Porcentaje de longitud de los tipos de vías locales en el sector 2



Fuente: el Autor

Como se observa en la Figura 24 en vías locales urbanas del sector 2, existe una distribución proporcional en cuanto a calles y carreras esto a pesar que el sector tiende a alargarse de sur a norte, sin embargo, existe una mayor cantidad de calles como se muestra en la figura 23.

Figura 24. Número de vías para cada



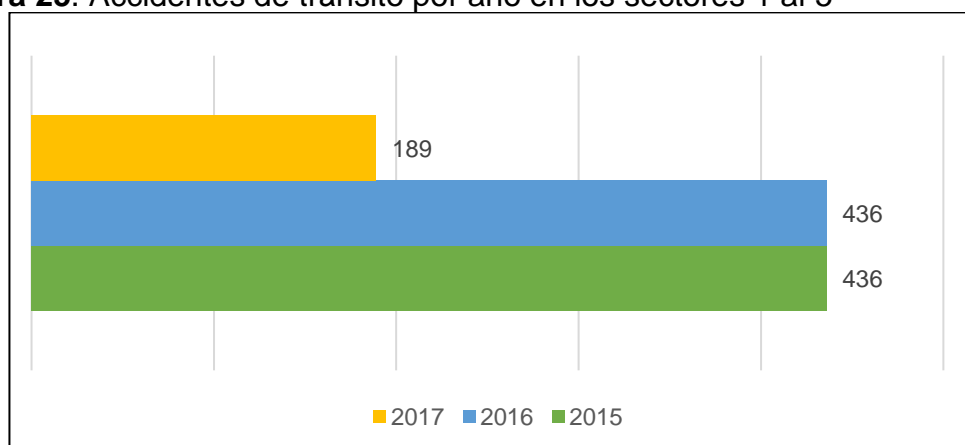
Fuente: el Autor

5. ANÁLISIS ACCIDENTALIDAD SECTORES 1 AL 5.

Para el análisis entre los datos levantados en campo y los suministrados por la Secretaria de Tránsito de Tunja, se usaron las capas levantadas en campo: 02_SECCIONTRANSVERSAL, 05_TIPOTERRENO, 16_DAÑO FLEXIBLE, 17_DAÑO RIGIDO 18_DAÑO AFIRMADO y las capas suministradas por la entidad: 14_SEÑAL HORIZONTAL Y 15_SEÑAL VERTICAL y ACCIDENTALIDAD.

En forma general en los sectores 1, 2, 3,4 y 5 entre los años 2015 y 2017 sucedieron 1061 accidentes de tránsito, no obstante, el año 2017 solo posee información hasta junio. Esto indica que en una semana ocurrieron alrededor de 9 accidentes de tránsito. En la figura 14 se observa la similitud de accidentalidad entre los años 2015 y 2016 y la falta de información que existe del segundo semestre en el año 2017 en la figura 24.

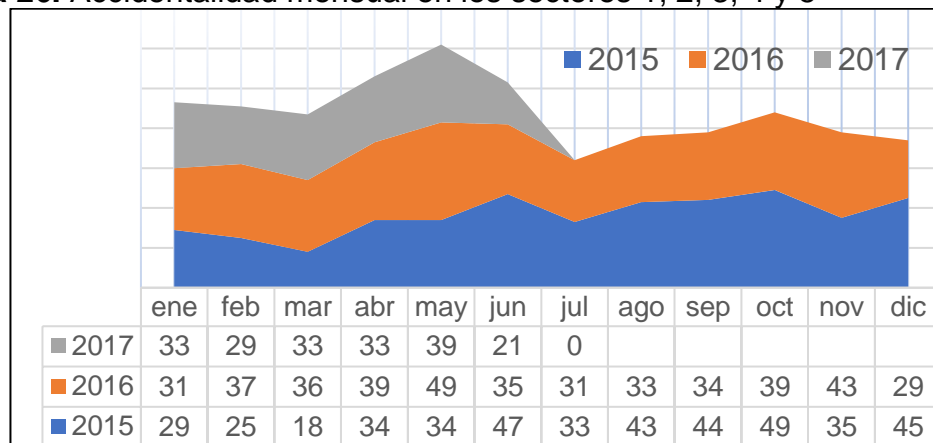
Figura 25. Accidentes de tránsito por año en los sectores 1 al 5



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

En la figura 26 se evidencia los meses de mayor ocurrencia de accidentes en la ciudad de Tunja para los sectores evaluados, en este caso existen 2 picos uno entre mayo y junio y el siguiente entre octubre y diciembre.

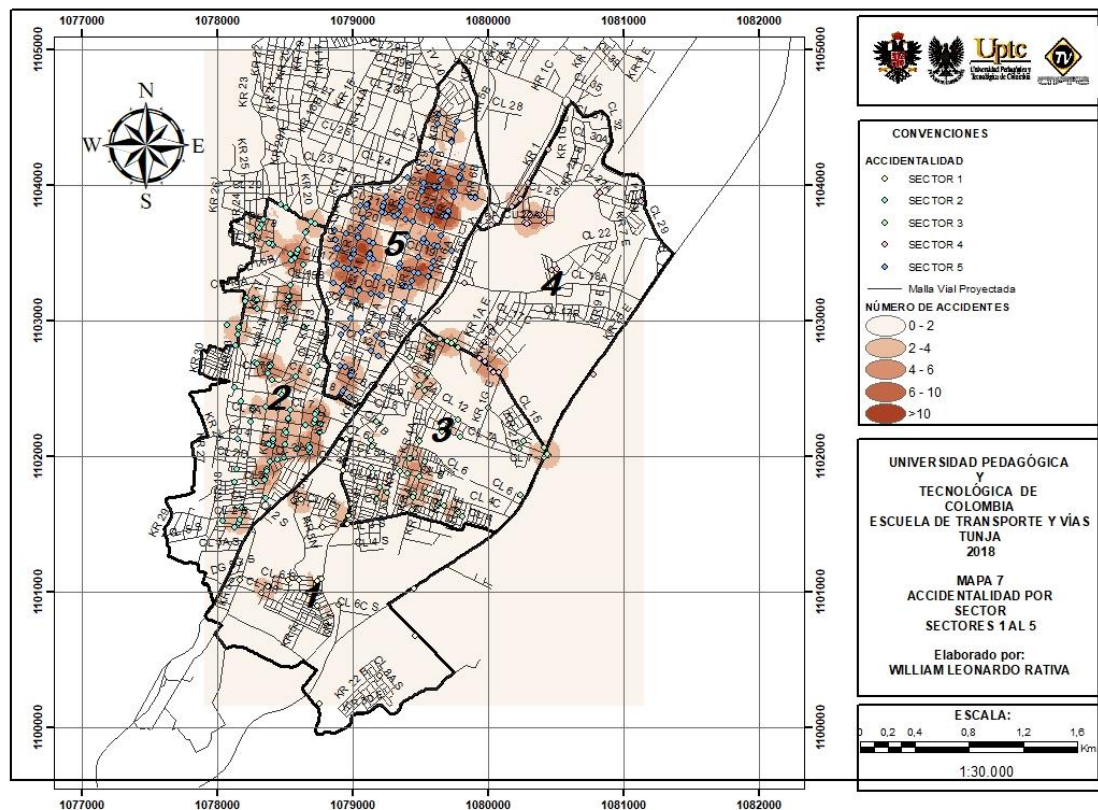
Figura 26. Accidentalidad mensual en los sectores 1, 2, 3, 4 y 5



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

En la Figura 26 se evidencia que en un 72.8% de los accidentes de tránsito solo existen daños, un 23.9% accidentes con heridos y un 2.8% con muertos.

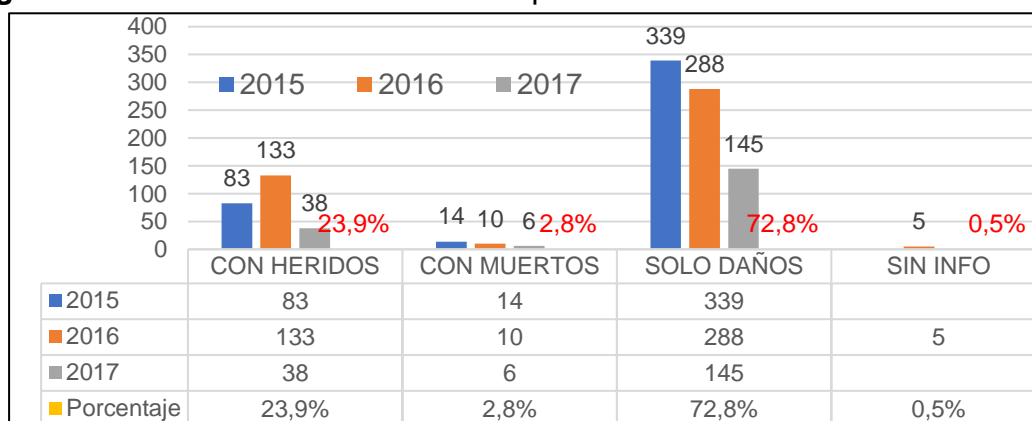
Figura 27. Mapa de calor accidentalidad sectores 1 al 5.



Fuente: elaboración propia, a partir base de datos suministrada por la Secretaria de Transito de Tunja, 2018.

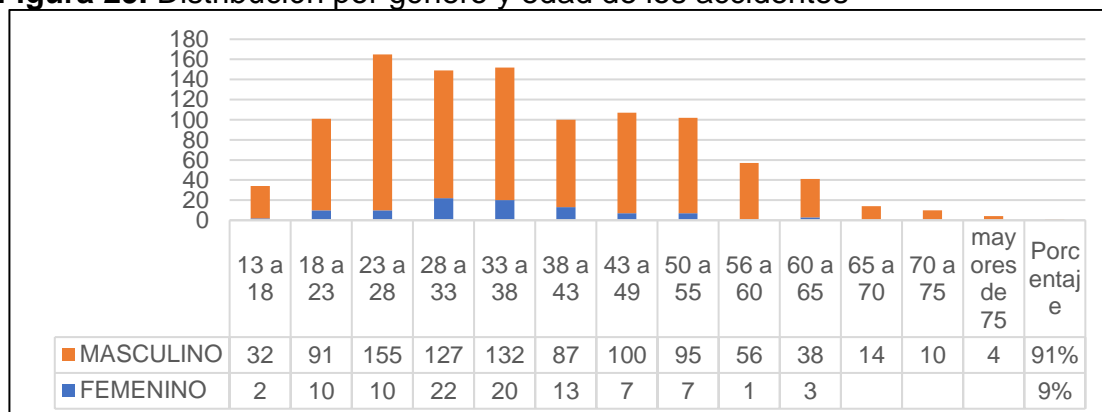
En la figura 27 se muestra la accidentalidad por sector, discriminando las vías principales como lo es la avenida Oriental, esto para evaluar las vías locales de cada sector. La mayor concentración de accidentes se observa en el sector 5 dado a sus características de comercio y ser el centro de la ciudad, seguido esta el sector 2 representado por la carrera 11 y la avenida Colón las cuales son ejes viales de alto flujo vehicular.

Figura 28. Gravedad de los accidentes presentados



Fuente: Elaboración propia, a partir base de datos suministrada por la Secretaria de Transito de Tunja, 2018.

Figura 29. Distribución por género y edad de los accidentes

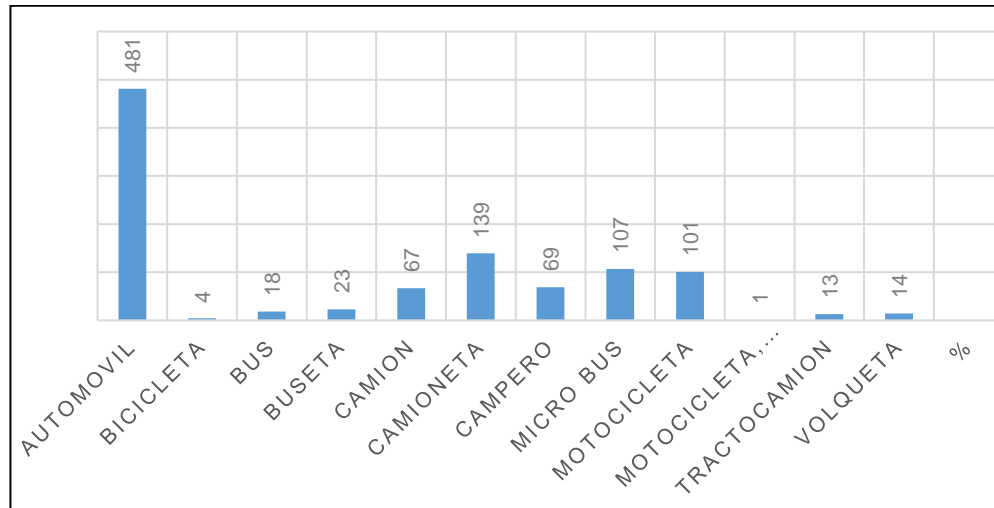


Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

Se puede observar en la figura 28 que en cuanto a género existe una notable diferencia en hombres con un 91% y mujeres 9% involucradas en accidentes de tránsito, no obstante, también debe tenerse en cuenta la proporción que existe

de conductores por género en la ciudad además se muestran que en edades de 23 a 38 años se presenta un mayor índice de accidentalidad.

Figura 30. Clases de vehículos involucrados en accidentes, sectores 1 al 5



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

El porcentaje de accidentes para vehículos oficiales es del 3% para servicio público 38% particulares 58% como se muestra en la figura 18. Además, los vehículos mayormente involucrados son los automóviles particulares y los taxis seguidos por los microbuses y las motocicletas.

5.1 ACCIDENTALIDAD SITIOS CRÍTICOS

A partir de la evaluación de la accidentalidad se establecieron 9 lugares críticos de accidentalidad para los sectores 1 al 5 de Tunja. Dado su tránsito y velocidad son lugares de congestión vehicular donde se supera la capacidad de los flujos de las vías más importantes del sector sur occidental de Tunja, por lo tanto, es necesario evaluarlos uno por uno, apoyados en los datos levantados en campo y conjuntamente con visitas para suplir la información faltante (como señales no tomadas y fotografías) para así comparar esta información con la suministrada por la secretaría de tránsito de Tunja.

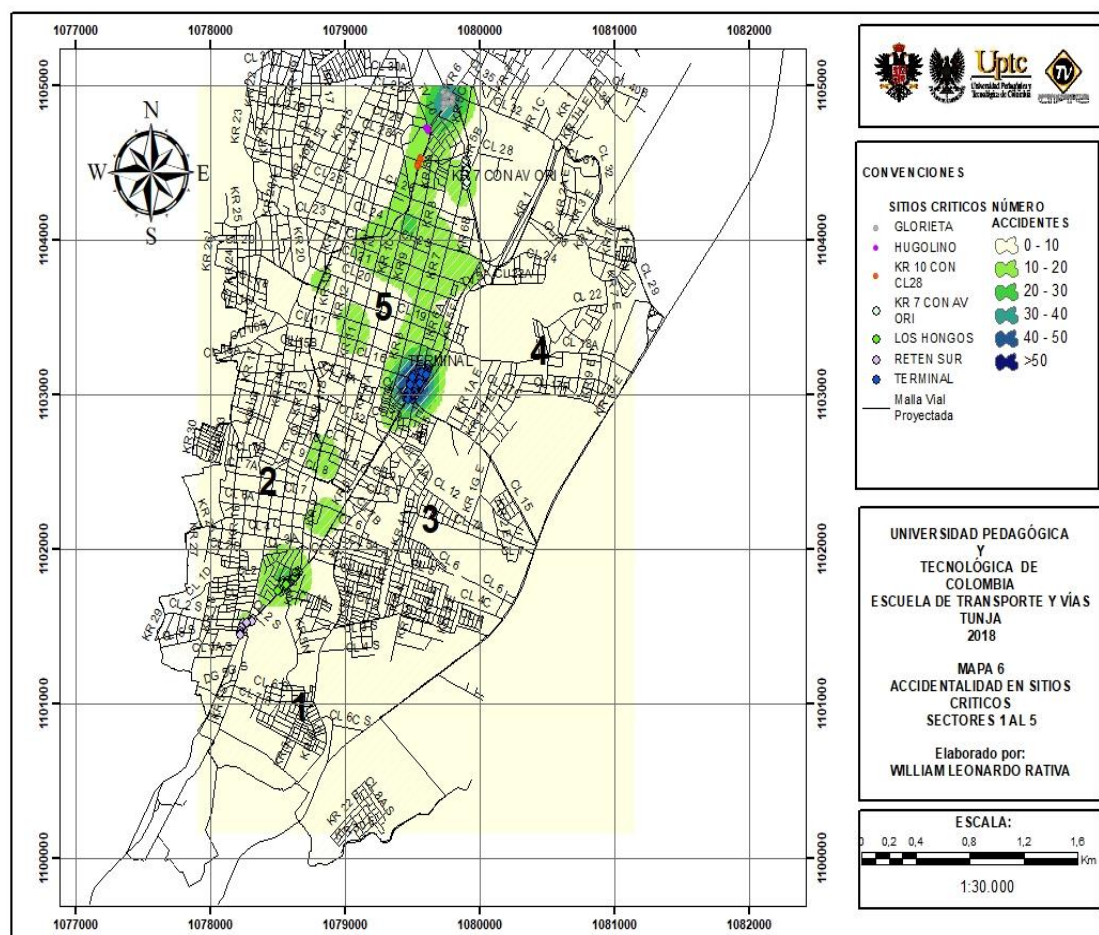
En total fueron 250 accidentes entre los años 2015 hasta junio de 2017 para los sitios de mayor tránsito vehicular. Esto indica que el 22.43% de los accidentes

de los sectores 1 al 5 se presentan en estos tramos viales o intersecciones, es decir al menos 2 accidentes de tránsito por semana.

A continuación, se muestra en la figura 31 los sitios principales de accidentalidad en los sectores 1 al 5 de Tunja.

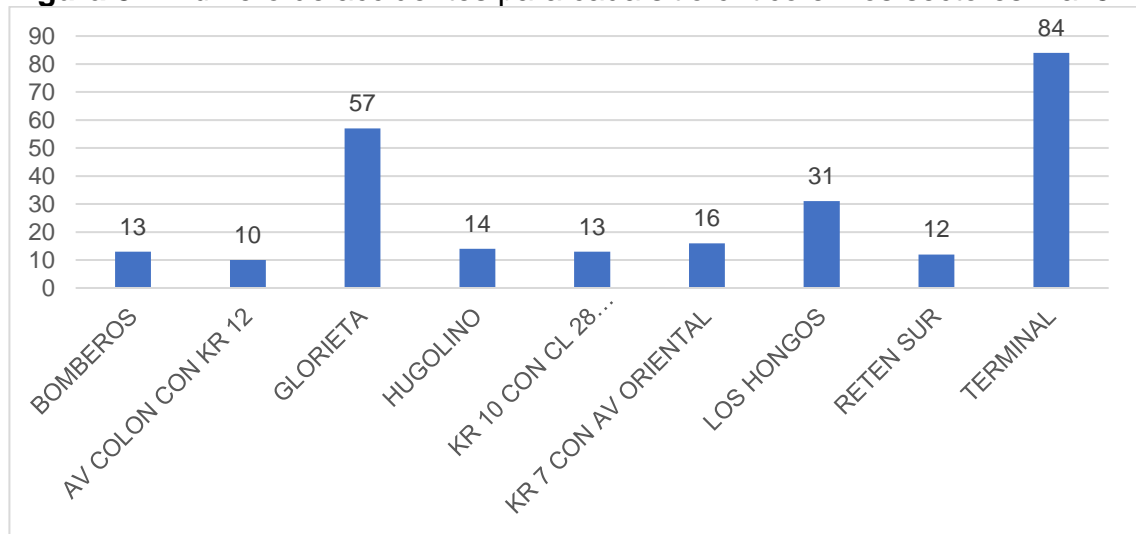
Se expone los sectores de mayor accidentalidad entre los sitios críticos los cuales son el Terminal de Transporte ubicado entre la avenida oriental la carrera 7 y entre calles 15 y 17, y por otra parte la glorieta norte que a pesar de su flujo abundante tiene el 50% de los accidentes que ocurren en el terminal.

Figura 31. Mapa de accidentalidad en sitios críticos



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017.

Figura 32. Número de accidentes para cada sitio crítico en los sectores 1 al 5

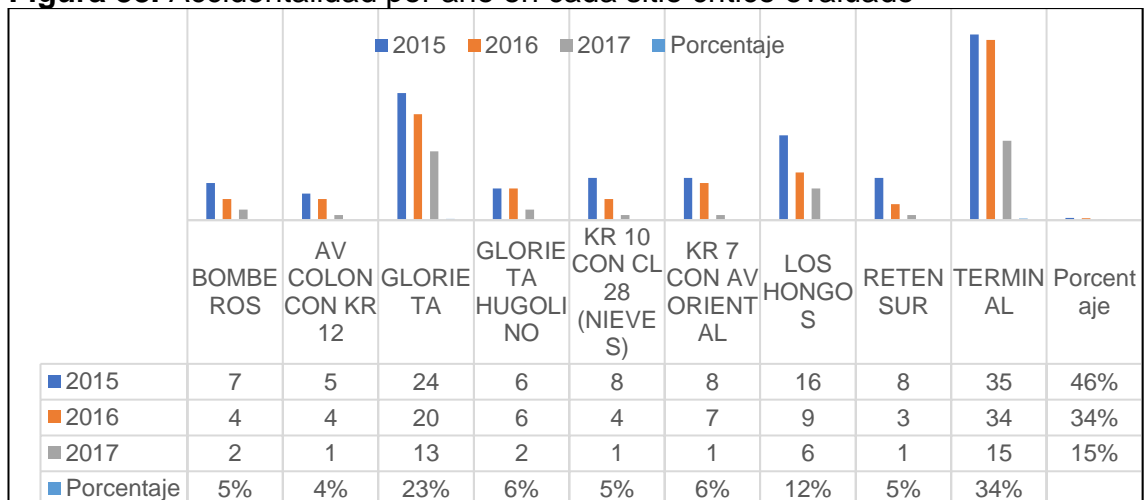


Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

Aunque como se observa en la figura 32, la accidentalidad bajo en cada sector crítico en una apreciable cantidad, en general la accidentalidad siguió igual según la figura 25, donde se evidencia igual número de accidentes en 2015 y 2016.

El año 2017 se aclara nuevamente que esta contiene solamente información parcial y por esta razón hay menor cantidad de accidentes, más adelante se evaluara en los meses que se tiene información.

Figura 33. Accidentalidad por año en cada sitio critico evaluado



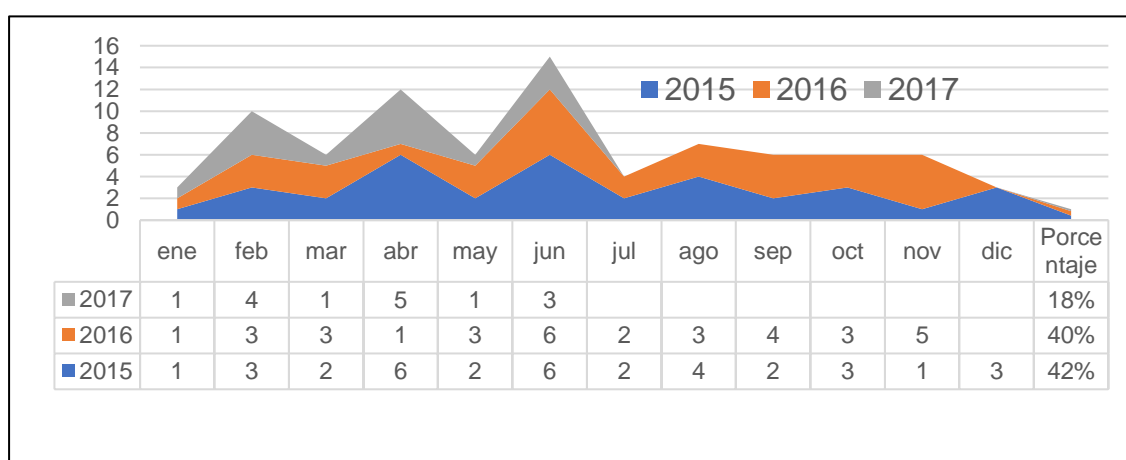
Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

En cuanto a sitios críticos en la figura 33 se muestra que la accidentalidad baja de un 12% entre los años 2015 y 2016 respectivamente, además que los lugares de mayor accidentalidad son la glorieta Norte y el terminal sumando un 57% de la accidentalidad en los sitios críticos del sector 1 al 5 de Tunja. A continuación, se hace una revisión de cada sector crítico valorando cada uno de los datos de accidentalidad y las características tomadas en campo.

5.1.1 Terminal de Transporte de Tunja. La zona a evaluar está ubicada entre calles 15 y 17 y av. oriental y carrera 7 ver (**Anexo A: Mapa 6 Accidentalidad en sitios críticos**), esta área es uno de los ejes de la ciudad el cual converge los flujos de tránsito de la avenida Oriental, del centro y del oriente de la ciudad de Tunja esto provoca una circulación significativa tanto peatonal como vehicular. Al ser la zona de distribución más grande de viajes en la ciudad de Tunja posee una proporción muy grande de accidentes, mediante la base de datos de la Secretaría de Tránsito se obtuvieron las estadísticas de accidentes que se muestran en la figura 32.

Para dar una apreciación, en la figura 34 se muestra la variación mensual de accidentes entre los años 2015 a 2017 en el sector del Terminal, evidenciando una disminución anual y un pico de accidentalidad en el mes de junio.

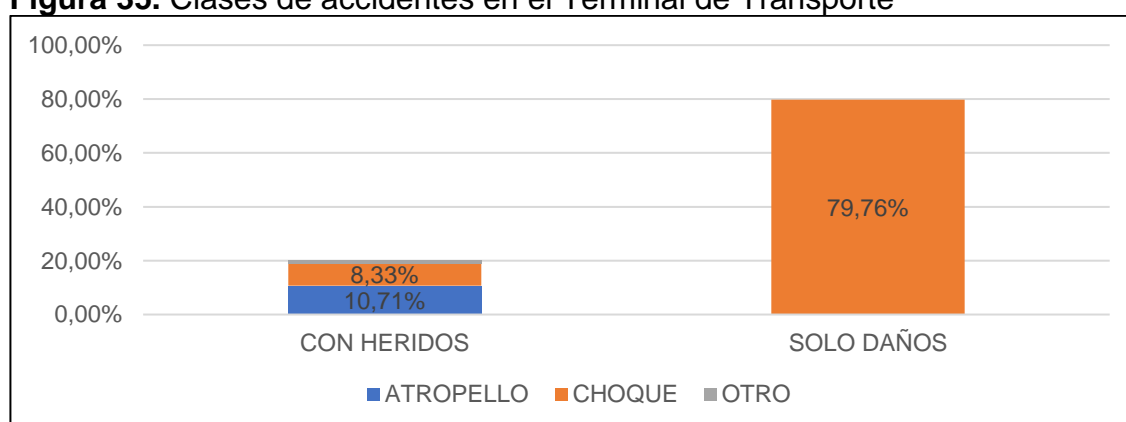
Figura 34. Accidentes por mes en el Terminal



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

En la figura 35 se observa la tipología presentada en el terminal de transporte de Tunja, existe un 80% de choques con solo daños y un 10% de choques con heridos, además se presenta un porcentaje del 10.71% de atropellos entre los años 2015 a junio de 2017. Esto indica un notable peso de accidentes solo con daños materiales en esta zona. En cuanto a sección, tipo terreno y accidentalidad, en esta área se encontró los valores que se muestran en la tabla 14.

Figura 35. Clases de accidentes en el Terminal de Transporte



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

Tabla 13. Capas relacionadas en el Terminal de

TIPO VIA	N° ACCIDENTES	SECCIÓN (m)	PENDIENTE (%)	SEMÁFOROS
AV ORIENTAL	52	6.3	-1.91	3
CALLE 16	5	6.2	8.5	1
CARRERA 7	27	7.2	6.5	0

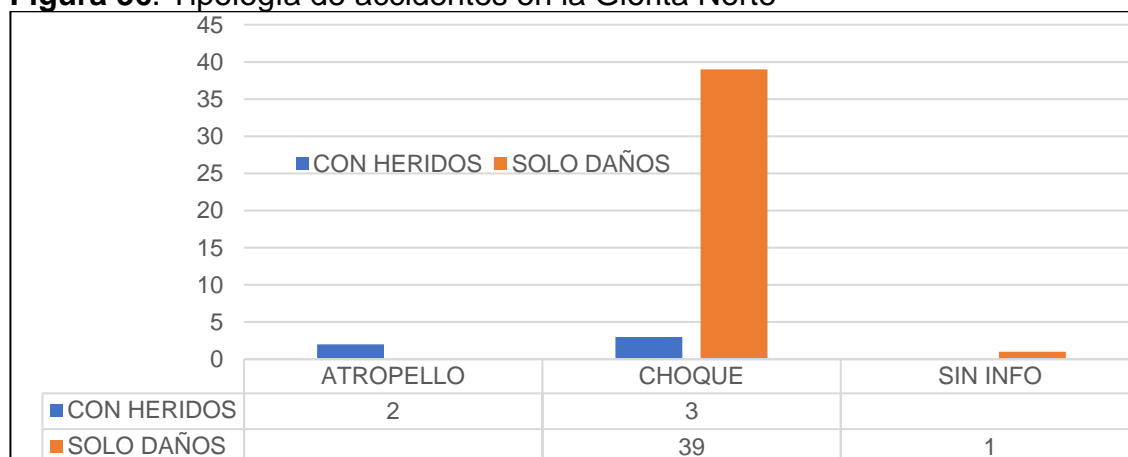
Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

Para identificar mejor cada atributo, el sitio crítico se dividió dependiendo de sus vías y accidentes en cada una de ellas, se muestra el peso que tiene la avenida oriental en la accidentalidad, sin embargo la carrera 7 al ser de doble sentido vial con una sección de 6.2m, esta entre el mínimo para la operación del tránsito, esto omitiendo que existen 2 intersecciones consecutivas a no más de 10m, por tanto el traslado del terminal logra una solución a el problema que cada mes costaría unos 3 accidentes y esto sin contar los accidentes no informados a la base de datos.

5.1.2 Glorieta Norte de Tunja. Ubicada entre la avenida Norte, la avenida oriental, la Avenida Maldonado y la vía a Monquirá, este sitio crítico es uno de los más transitados ya sea por el transporte público como por el particular y además es una zona estudiantil, ya que cerca están ubicados el colegio la Presentación, la UPTC y muy cerca el estadio de futbol la Independencia de Tunja.

En cuanto a accidentalidad este sector ocupa la segunda posición después del Terminal de transportes, a continuación, en la figura 36, se muestra las estadísticas de accidentalidad filtrando por tipo de vehículo involucrados y por clase de accidentes.

Figura 36. Tipología de accidentes en la Glorita Norte

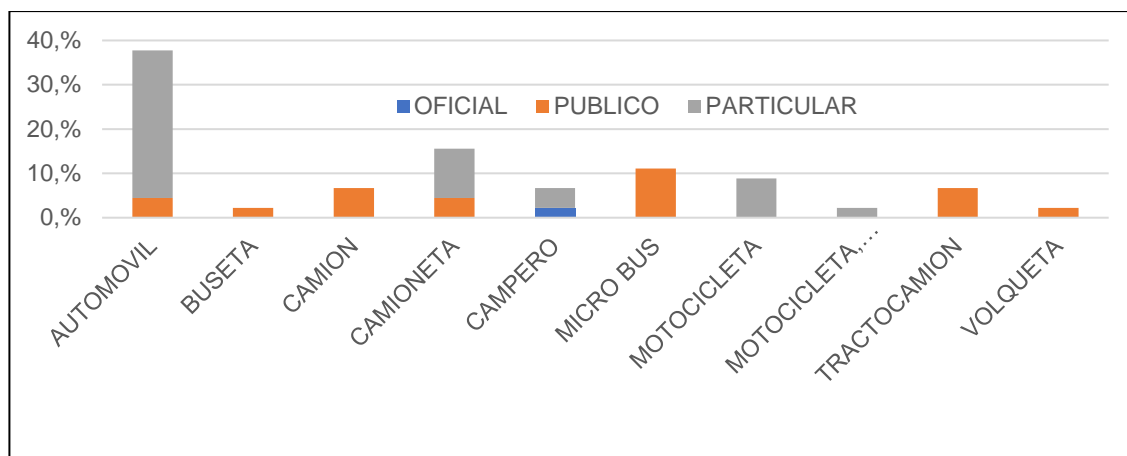


Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

Se muestra en la figura 36 la proporción de choque con solo daños y atropellos en la glorieta Norte de Tunja, presentando una tendencia en general de todos los sectores evaluados en cuanto a tipología de accidentes.

En la figura 37 se observa un 38% de automóviles accidentados, y en una proporción mayor los vehículos particulares, además en la operación del tránsito la circulación de tracto-camiones, los cuales demandan un radio de giro importante y al realizar la maniobra en la glorieta ocupa ambos carriles y por tanto de no ser suficiente bloquearía la intersección.

Figura 37. Clases de vehículos accidentados en la glorieta Norte



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

Tabla 14. Capas relacionadas en la glorieta Norte

NOMENCLATURA	N° ACCIDENTES	SECCIÓN CALZADA(m)	TIPO TERRENO	PENDIENTE (%)
GLORIETA	34	6	4	0.25
AV NORTE	10	7.6	4	0.25
AV MALDONADO	9	7.6	3	-5.5

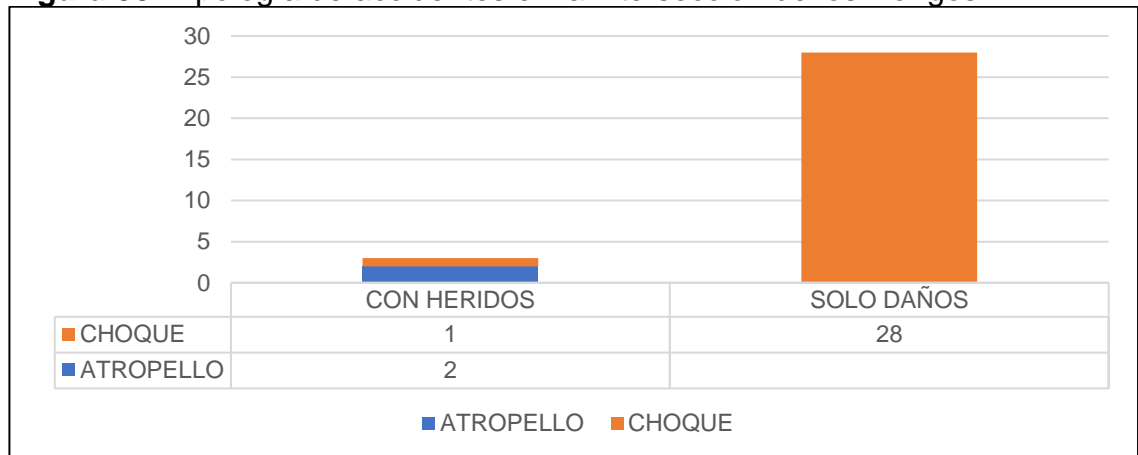
Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

Como se observa en la tabla 15, solo en la circunferencia de la glorieta ocurrieron 34 accidentes, en una sección de calzada de 6 m y acompañado por una pendiente del 0.25%, a primera vista la sección encontrada es mínima para una glorieta con tal importancia para la ciudad.

5.1.3 Intersección Los Hongos: Ubicada al sur de Tunja, comunica las vías Av. Oriental, Vía a Soráca, y la Carrera 11, además de ser la entrada a la capital desde el sur.

Como se aprecia en la figura 38 existe una clara mayoría de choques con solo daños, como se verá en el **Anexo A** *Accidentalidad en sitios críticos*, la mayor parte de accidentes se ubican en las zonas de parqueo de la avenida oriental.

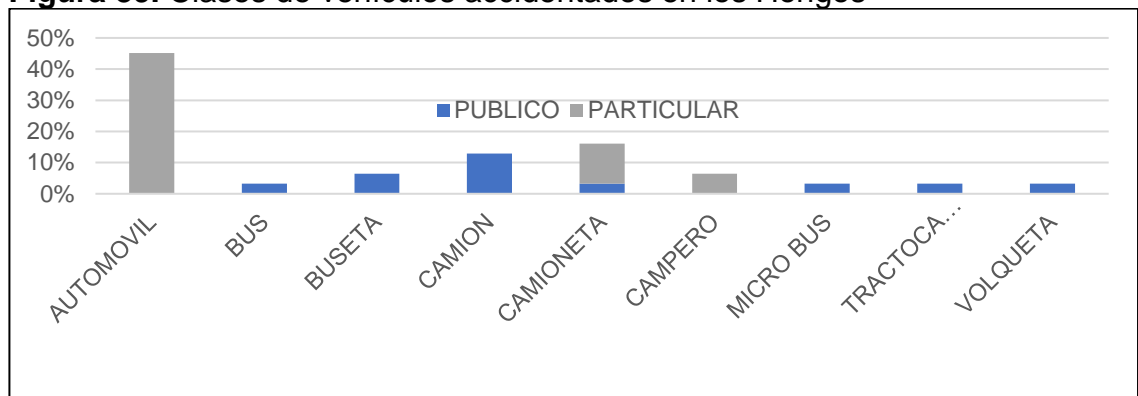
Figura 38. Tipología de accidentes en la intersección de los Hongos



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

En la figura 39 se observa un 45% de automóviles particulares en este caso, seguido por un 16% de camionetas vehículos que tienen como característica común el desarrollo de velocidades más altas.

Figura 39. Clases de vehículos accidentados en los Hongos



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

En este sitio crítico el mayor porcentaje de los accidentes se presentan en la avenida oriental o dentro de la intersección, por esta razón solo existe una sección y una pendiente predominante a analizar como se muestra en la tabla 16, al ser una pendiente negativa los vehículos que entran a la ciudad desarrollan altas velocidades y sumando a esto las zonas de parqueo a la derecha después de la intersección, y sin una adecuada bahía que propicie un adecuado paradero, es claro que cada maniobra de estacionamiento genera un conflicto vehicular.

Tabla 15. Capas relacionadas en la intersección de los Hongos

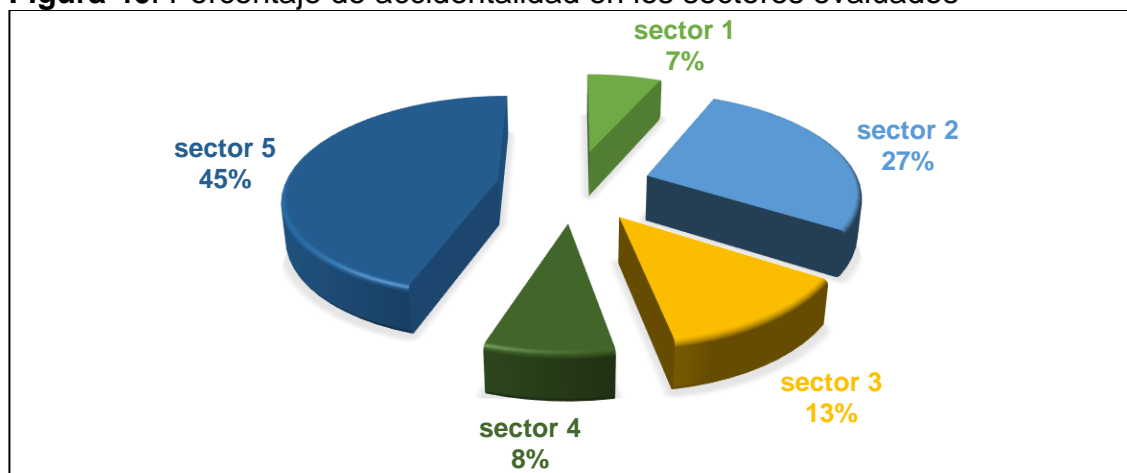
NOMENCLATURA	N° ACCIDENTES	SECCION (M)	T TERRENO	PENDIENTE
LOS HONGOS	31	6.3	3	-5.64

Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

5.2 ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD Y CAPAS EVALUADAS

Se tomó como variable de comparación el número de accidentes por sector, para evaluar las capas de 01_TRAMOVIA, 02_SECCIONTRANSVERSAL y 05_TIPOTERRENO, teniendo en cuenta que ya se había analizado sitios críticos, además para cada sector se buscó analizar la parte residencial obviando las vías principales, como avenidas o rutas de mayor flujo.

Figura 40. Porcentaje de accidentalidad en los sectores evaluados



Fuente: Elaboración propia, según información Secretaría de Tránsito, 2017

En la figura 38 se da a conocer los porcentajes de accidentalidad para cada sector, se observa un porcentaje de 45% en el Sector 5 el cual, no tiene un sector crítico preponderante sin embargo la accidentalidad está dispersa y constante en cada vía de este sector como se puede ver en el **Anexo A: Mapa 7 Accidentalidad por sectores.**

5.2.1 Análisis con TRAMOVIA. Si bien la relación de accidentes y la longitud vial de cada sector deberían ser proporcional al número de accidentes, como se observa en la Tabla 17 el sector con mayor accidentalidad (Sector 5) ocupa el tercer valor de accidentalidad con el 21.34% en Tramovia, sin embargo, existe una relación en sector 2 ya que es el sector de mayor porcentaje vial con el 27% y posee un 26% de accidentes de la zona evaluada.

En la tabla 17 se muestran los porcentajes por tipo de vía urbana, los cuales están dominados por carreras con el 43.24% y calles 39.42%.

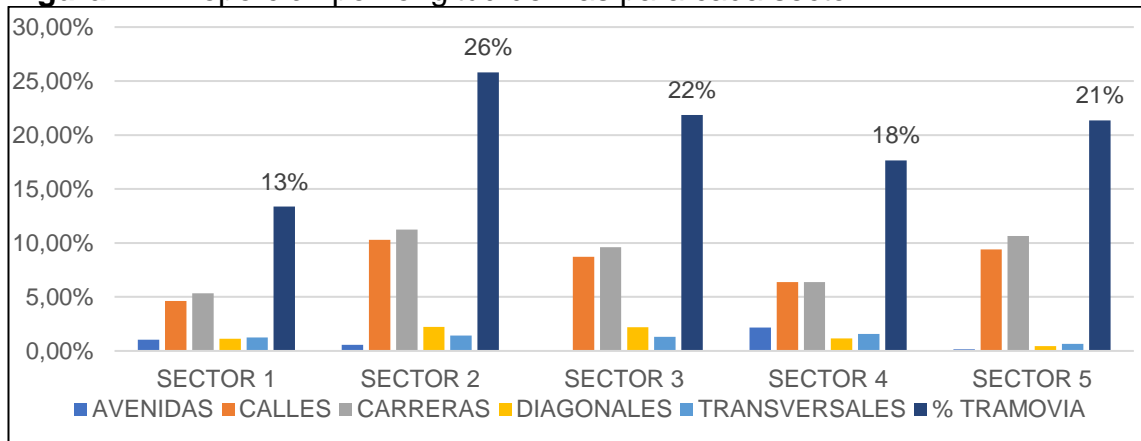
Tabla 16. Porcentajes por tipo de vía urbana para cada sector

TRAMOVIA	AVENIDAS	CALLE S	CARRERAS	DIAGONALES	TRANSVERSALES	TOTAL
SECTOR 1	1,05%	4,63%	5,33%	1,11%	1,24%	13,37%
SECTOR 2	0,57%	10,30%	11,25%	2,24%	1,44%	25,80%
SECTOR 3	0,00%	8,71%	9,62%	2,20%	1,32%	21,85%
SECTOR 4	2,15%	6,37%	6,38%	1,17%	1,57%	17,65%
SECTOR 5	0,16%	9,41%	10,65%	0,45%	0,67%	21,34%
TOTAL	3,94%	39,42%	43,24%	7,18%	6,24%	100,00%

Fuente: el Autor

En la figura 41 se aprecia la igualdad que existe en las longitudes de vía entre el sector 5 y el sector 3, sin embargo, la accidentalidad no tiene que ver ya que según la figura 38 el sector 3 presenta apenas un 13% de accidentalidad para los sectores evaluados.

Figura 41. Proporción por longitud de vías para cada sector



Fuente: el Autor.

5.2.2 Análisis secciones de calzada. Para cada sector se evaluó las secciones predominantes sin tener en cuenta las vías principales o avenidas, para generar un conjunto de vías locales que permita relacionar cada sector con los mismos parámetros, en el caso del sector 2 se obvió la Avenida Suarez Rendón y la avenida colon y en el sector 5 la avenida Maldonado y la avenida Oriental. Dado que se excluyeron anchos de calzada (vías peatonales) menores a 3 metros y vías con anchos de calzada mayores a 10 m, ya que ocupaban un porcentaje imperceptible.

De acuerdo con la Tabla 18 los sectores tienen como tendencia de anchos de calzada entre 5 y 7 metros. En cuanto a accidentalidad se observa que los sectores con mayor porcentaje de sección si se suman los intervalos 5 a 6 y 6 a 7m se tendría un 66% y 55% en los sectores 3 y 1, los cuales tienen una menor accidentalidad como se observa en la figura 37 de que los sectores 2 y 4 que poseen un 44% y 43% respectivamente en el rango de 5 a 7m, el sector 5 es el término medio y su porcentaje de sección alcanza el 51%, se debe a que es el sector central de la ciudad y sus características son incomparables con los demás sectores evaluados.

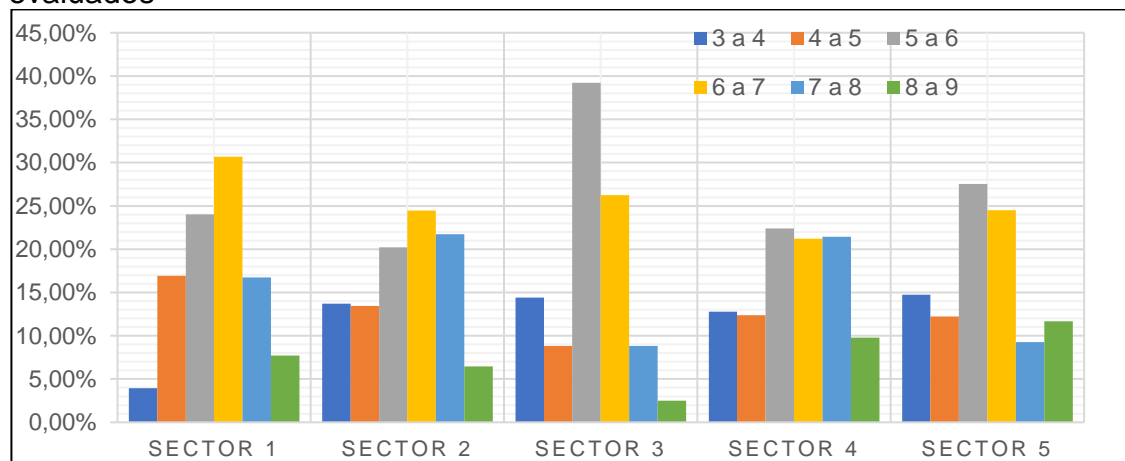
Tabla 17. Anchos de calzada predominantes para cada sector

ANCHOS DE CALZADA (m)	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9
SECTOR 1	3,95%	16,91%	24,02%	30,69%	16,73%	7,70%
SECTOR 2	13,70%	13,46%	20,21%	24,47%	21,72%	6,44%
SECTOR 3	14,41%	8,83%	39,21%	26,24%	8,81%	2,50%
SECTOR 4	12,80%	12,39%	22,39%	21,21%	21,43%	9,78%
SECTOR 5	14,75%	12,24%	27,54%	24,52%	9,26%	11,69%

Fuente: el Autor.

Se observa en la figura 40 la composición de cada intervalo de sección transversal para cada sector, siempre con un pico en los anchos de 6 y 7 metros.

Figura 42. Porcentaje Intervalos de ancho de calzada para los sectores evaluados



Fuente: el Autor.

5.2.3 Análisis TIPO TERRENO. Con base en el manual de diseño de carreteras¹⁷ se establecieron los cuatro intervalos evaluados en la capa 05_TIPOTERRENO, para los 5 sectores se puede ver en la Tabla 19 la composición en general de pendientes encontradas la cual indica un 66% en terreno plano y ondulado, y un significativo 44% en tipo terreno montañoso y escarpado, dando así una visión general que existe en las vías locales de cada sector evaluado.

¹⁷ COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. 1.2. Clasificación de carreteras. 1.2.2. Según el tipo de terreno. Bogotá D.C.: El instituto, 2008, p. 5-6

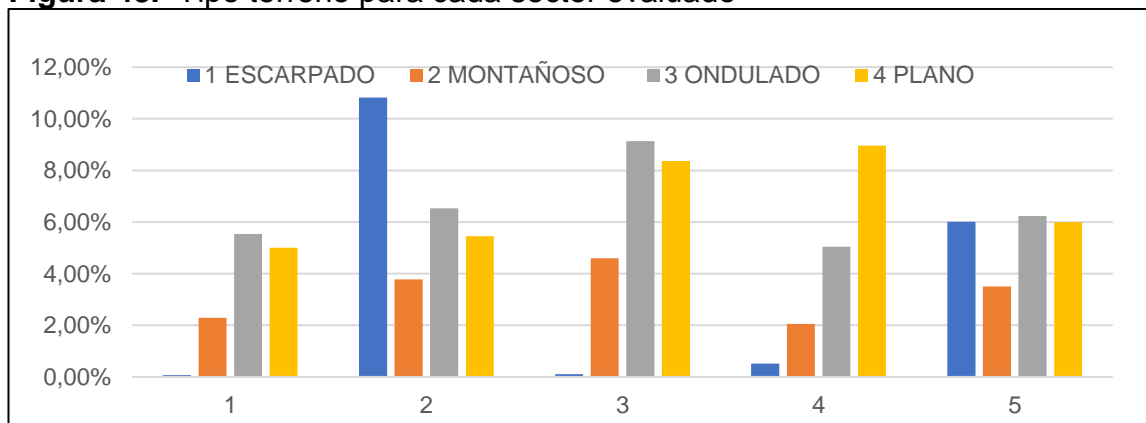
Tabla 18. Porcentaje de tipo terreno en los sectores evaluados

TIPO TERRENO	ESCARPADO	MONTAÑOSO	ONDULADO	PLANO	Total
1	0,07%	2,29%	5,54%	5,01%	12,92%
2	10,82%	3,77%	6,53%	5,45%	26,57%
3	0,10%	4,59%	9,13%	8,37%	22,20%
4	0,52%	2,05%	5,04%	8,97%	16,57%
5	6,02%	3,50%	6,23%	5,99%	21,74%
Total, general	17,53%	16,21%	32,48%	33,78%	100,00%

Fuente: el Autor.

De la tabla 19 se puede ver el porcentaje que ocupa cada sector en el tipo terreno.

Figura 43. Tipo terreno para cada sector evaluado



Fuente: el Autor.

La relación existente en cuanto a accidentalidad se puede evaluar en el sector 2, el cual presenta una gran cantidad de accidentes en sus vías y más que nada en las que tienen pendientes fuertes como se puede observar en el **Anexo A: Mapa 6 Accidentalidad por sectores** y contrastándolo con el **Anexo A: Mapa 5 Tipo terreno**.

6. CONCLUSIONES

- Se logró recopilar la información exigida de 7 sectores de la ciudad, la cual, fue puesta a disposición de la Oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja, cumpliendo de esta manera con todos los requerimientos solicitados por la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte para una base de datos que permita a la ciudadanía en general consultar los inventarios viales y catastrales de la ciudad.
- Dentro de los lineamientos establecidos por la Alcaldía Mayor de Tunja en el POT se suministró la información catastral de cada predio de los sectores levantados (PARAMENTOS), la cual servirá a la comunidad para la agilización de trámites en la Alcaldía.
- Se realizó el levantamiento de datos cumpliendo con lo establecido en las capacitaciones realizadas en la Oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja, y con el uso de equipos GPS conforme a la metodología de la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte, además incluyendo paramentos.
- Mediante la evaluación de la información que se obtuvo del sector 2, se encontró que las falencias de infraestructura corresponden vías no pavimentadas que representan el 16% de un total de 43 kilómetros, es decir 7 km, y daños en vías pavimentadas representados por el 20%, es decir, 8.8 km en daños, cifras que se deben tener en cuenta por la Alcaldía Mayor de Tunja para realizar un estudio detallado y aplicar las medidas pertinentes.
- Se analizó la accidentalidad en los sectores 1 al 5 de la ciudad, teniendo en cuenta las capas de sección transversal, tramovia y tipoterreno de los sectores 1 al 5 y contrastadas con la accidentalidad, lo cual arrojó que en cuanto a longitud vial no existe relación, en sección se observó que los

sectores con anchos predominantes mayor a 5 m poseían una menor accidentalidad que los sectores con anchos menores a 5 m. Las pendientes que se observaron el sector 2 también tienen una gran influencia en la accidentalidad ya que para ser un sector residencial presenta una accidentalidad del 27% entre los sectores evaluados si se compara con los demás sectores este aventaja en 10 puntos porcentuales en accidentalidad y además posee un 40% de terreno con pendientes mayores al 8%, (Terreno Escarpado).

7. RECOMENDACIONES

Como primer punto, debe existir un cronograma de actividades real que delimite el trabajo a realizar, el cual prevea atrasos y posibles inconvenientes en la realización de la práctica empresarial, en este caso el cronograma no se respetó y la práctica paso de 4 meses a 7 meses.

Realizar por parte de la Oficina de Planeación la convocatoria de pasantes de la forma debida, en la oficina correspondiente, esto para evitar inconvenientes con la iniciación de la pasantía y establecer un registro real del tiempo trabajado.

En un trabajo de campo el realizado se debe informar a las autoridades pertinentes del municipio acerca de la actividad que se está realizando, esto debido a que se realizó un registro fotográfico de las fachadas de las casas el cual generó desconfianza en la comunidad, además para el apoyo policial que se pueda necesitar en los sectores peligrosos de la ciudad.

Mejorar la organización del manejo de la información trabajada en oficina para que cada Shapefile se complete de manera satisfactoria y no haya pérdida de información. Además, se debe realizar una actualización predial para trabajar con datos confiables y actuales.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Acuerdo 016 (28, Julio, 2014). Artículo 35. Por el cual se modifica excepcionalmente las normas urbanísticas del POT del Municipio de Tunja. 2014.

BITRAGO, Sandra Apoyo técnico en la elaboración del reporte de información para el SINC en Tunja [Libro]. - Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2017.

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1228. (16, julio, 2008). Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.,2008.

ESTUDIO DE MOVILIDAD DE TUNJA Convenio Interadministrativo 010 (12, octubre, 2012). Caracterización de la Movilidad. Tunja. Alcaldía Mayor de Tunja – UPTC.

GALILEO INSTRUMENTS. Capacitación Alcaldía de Tunja. [Diapositivas] En: Tunja. 2018. 28 diapositivas, color.

GEOCONNECT. Mobile Mapper 10. [en línea]. Perú. 2018. [citado el 31 de agosto de 2018]. Disponible en <http://geoconnect.com.au/mobilemapper-10/>

HUERTAS, Tatiana Actualización de la información vial y catastral de la zona oriente baja de Tunja utilizando sistemas de información geográfica [Libro]. - Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2017.

INSTITUTO GEOGRAFICO ESPACIAL ARGENTINO. Estructura SIG. cors [en línea]. Buenos Aires. 2018. [citado el 31 de agosto de 2018]. Disponible en <http://www.ign.gob.ar/sig/>

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Resolución 068. (2, enero, 2005). por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS. Bogotá: Instituto Geográfico, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. 1.2. Clasificación de carreteras. 1.2.2. Según el tipo de terreno. Bogotá D.C.: El instituto, 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067. (23, abril, 2015). Por la cual se adopta la Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras "SINC" y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio, 2015

MUNICIPIO DE TUNJA. Decreto 241 (2014). Tratamientos urbanísticos. Tunja: Municipio, 2014

RINCÓN, Angélica Actualización de la información vial y catastral de la zona sur baja de Tunja utilizando sistemas de información geográfica [Libro]. - Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2017.

RIVERA, Leonardo. Patrones Territoriales de Movilidad en la Zona Urbana de Tunja aplicación con SIG Julián. Tunja.: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ingeniería. 2014.

RODRIGEZ Sánchez, Laura Tipos de Coordenadas Manejadas en Colombia [Libro]. - [s.l.]: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004

SANCHEZ, Daniel Evaluación y actualización de la información vial de Tunja utilizando herramientas de la geomática [Libro]. - Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2017.

SPECTRA PRECISIONS. Mobile Mapper 50 [en línea]. Bogotá. 2018. [citado el 31 de agosto de 2018]. Disponible en <http://www.spectraprecision.com/eng/mobilemapper-50.html>

ANEXOS

Anexo A. Mapas temáticos

Anexo B. CD Registro fotográfico, capas en shapefile, libro y artículo